

BIOLOGIA

DIARONE P. DIAS
LUIZ CARLOS JOÃO



SÉRIE SINOPSE

BIOLOGIA

SÉRIE SINOPSE

**LUIZ CARLOS JOÃO
DIARONE P. DIAS**

BIOLOGIA

SÉRIE SINOPSE

**BIOLOGIA GERAL, BOTÂNICA, ZOOLOGIA
ECOLOGIA E PROGRAMA DE SAÚDE**

SEGUNDO GRAU

1ª edição



EDITORA MODERNA
São Paulo — Brasil

capa: Foto Abril Press

CIP-Brasil. Catalogação-na-Fonte
Câmara Brasileira do Livro, SP

D531b Dias, Diaroni Paschoarelli, 1947—
 Biologia: biologia geral, botânica, zoolo-
 gia, ecologia e programas de saúde: 2º grau
 [por] Diaroni P. Dias [e] Luiz Carlos João.
 São Paulo, Ed. Moderna, 1977.
 (Série sinopse)

1. Biologia (2º grau) 2. Botânica (2º
grau) 3. Zoologia (2º grau) I. João, Luiz
Carlos, 1946—

CDD—574
—581
—591

77-1371

Índices para catálogo sistemático:

1. Biologia 574
2. Botânica 581
3. Zoologia 591

Todos os direitos reservados

EDITORA MODERNA LTDA.

Rua Dr. Elísio de Castro, 369

Tels: 63-1011 — 272-1519 — 273-1636 — 274-6079

CEP 04277 — São Paulo — SP — Brasil

1978

Impresso no Brasil

2 4 6 8 10 9 7 5 3 1

APRESENTAÇÃO

A presente obra é resultado de um amadurecimento de muitos anos de magistério. Esperamos que ela seja particularmente útil a muitos alunos do segundo grau e aos candidatos a vestibulares. Esperamos, igualmente, que os professores tenham neste livro um auxiliar. Se conseguirmos facilitar o ensino da Biologia, teremos cumprido a missão a que nos propusemos.

Nossa primeira e maior preocupação foi empregar uma linguagem clara e resumida, procurando, todavia, não fugir à clareza didática e ao rigor científico.

Não foi nossa intenção aprofundar o estudo da Biologia, num curso analítico, mas tentar fornecer ao aluno uma visão geral da matéria do segundo grau.

Registramos nossos agradecimentos a todos os que ajudaram a compor esta obra. Em particular, agradecemos a nossos mestres e companheiros de magistério.

Os autores

Índice

Capítulo 1: Características dos Seres Vivos

- I – Introdução ao estudo da Biologia, 1
- II – Propriedades características dos seres vivos, 1
- 1 – Estruturas típicas, 1
- 2 – Metabolismo, 2
- 3 – Organização, 2
- 4 – Regulação, 3
- 5 – Reprodução, 3
- 6 – Hereditariedade, 3
- 7 – Adaptação, 3
- 8 – Composição, 3

Capítulo 2: Citologia

- I – Histórico, 9
- II – Teoria Celular, 10
- III – Célula típica – componentes e funções, 10
- 1 – Membrana, 11
- 2 – Citoplasma, 20
- 3 – Núcleo, 33
- IV – Diferenças entre célula animal e vegetal, 36
- 1 – Parede celular, 36
- 2 – Organóides citoplasmáticos, 37
- V – Fisiologia celular, 37
- 1 – Fotossíntese, 37
- 2 – Respiração celular e fermentação, 40
- 3 – Controle intracelular – Ácidos nucleicos, 46
- 4 – Divisão celular, 54
- 5 – Gametogênese, 70

Capítulo 3: Reprodução nos Seres Vivos

- I – Reprodução assexuada ou agâmica, 73
- 1 – Cissiparidade, 73
- 2 – Esquizogênese, 73
- 3 – Estrobilização, 74

- 4 — Gemiparidade (brotamento), 75
- 5 — Regeneração, 75
- 6 — Esporulação, 76
- 7 — Reprodução vegetativa, 76
 - II — Reprodução sexuada ou gâmica, 76
- 1 — Conjugação, 77
- 2 — Partenogênese, 77
- 3 — Pedogênese, 77
- 4 — Neotenia, 77
- 5 — Poliembrionia, 78
- 6 — Metagênese, 79
- 7 — Monóicos e dióicos, 79
 - III — Embriologia, 83
- 1 — Tipos de zigoto ou ovo, 83
- 2 — Segmentação ou clivagem, 84
- 3 — Anexos embrionários, 91
 - IV — Histologia animal, 92
- 1 — Tecido epitelial, 92
- 2 — Tecido conjuntivo, 94
- 3 — Tecido muscular, 96
- 4 — Tecido nervoso, 98

Capítulo 4: Genética

- I — Histórico, 102
- II — Conceitos preliminares, 102
 - 1 — Noções sobre reprodução sexuada, 104
 - 2 — Herança Mendeliana, 105
 - 3 — Herança sem dominância, 114
 - 4 — Cruzamento — teste, 115
 - 5 — Heredogramas, 115
 - 6 — Noções sobre cálculos de probabilidades simples, 117
 - 7 — Variações da herança mendeliana, 118
 - 8 — Herança dos grupos sanguíneos do sistema ABO, 120
- III — Fatores citológicos da determinação do sexo, 133
 - 1 — Em que época da vida fica definido o sexo do novo ser? 133
 - 2 — Fatores citológicos, 133
- IV — Herança ligada ao sexo, 136
 - 1 — Significado da herança ligada ao sexo e suas implicações, 138
- V — Teoria cromossômica da hereditariedade, 144
 - 1 — Ligação fatorial ou vinculação, 145
 - 2 — Permutação (“crossing-over”) 145
- VI — Trabalhos de Morgan, 146

VII — Mapas. genéticos, 151

Capítulo 5: Evolução

- I — Conceito, 154
- II — Adaptação, 154
- III — Jean Baptiste Lamarck, 155
- IV — Charles Darwin, 155
- V — Neodarwinismo, 156
- VI — Evidências da evolução, 157
- VII — Origem dos seres vivos, 160
- VIII — Especiação, 160

Capítulo 6: Genética de Populações

- I — Introdução, 167

Capítulo 7: Zoologia

- I — Taxionomia, 177
- II — Classificação dos animais, 178
- III — Protozoários, 181
- IV — Metazoários, 184
- V — Fisiologia Comparada, 220
- 1 — Nutrição, 221
- 2 — Locomoção, 223
- 3 — Circulação, 223
- 4 — Respiração, 225
- 5 — Excreção, 228
- 6 — Coordenação nervosa, 231
- 7 — Coordenação hormonal, 238
- 8 — Sistema reprodutor, 239

Capítulo 8: Botânica

- I — Bactérias, 247
- II — Algas azuis, 249
- III — Algas verdes, 249
- IV — Fitoflagelados, 252
- V — Diatomáceas, 252
- VI — Dinoflagelados, 254
- VII — Algas vermelhas, 254
- VIII — Algas pardas, 255
- IX — Fungos, 256

- X – Líquens, 257
- XI – Briófitas, 257
- XII – Traqueofitas, 259
- XIII – Gimnospermas, 259
- XIV – Angiospermas, 259
- XV – Reprodução nas briófitas e traqueófitas, 260
 - 1 – Reprodução nas Briófitas, 260
 - 2 – Reprodução nas Filicíneas, 261
 - 3 – Reprodução nas Gimnospermas, 263
 - 4 – Reprodução nas Angiospermas, 264
- XVI – Transporte nos vegetais, 266
 - 1 – Circulação da seiva bruta, 269
 - 2 – Circulação da seiva elaborada, 269
- XVII – Regulação hormonal nos vegetais, 269
- XVIII – Desenvolvimento dos vegetais, 270
- XIX – Raiz, 273
- XX – Caule, 276
 - 1 – Aéreos, 277
 - 2 – Subterrâneos, 277
 - 3 – Aquáticos, 277
- XXI – Folha, 278
- XXII – Flor, 282
- XXIII – Fruto, 283
- XXIV – Semente, 284

Capítulo 9: Ecologia

- I – Conceito e formas de estudo da ecologia, 291
- II – Ecossistema, 291
 - 1 – Fatores abióticos, 292
 - 2 – Fatores bióticos, 292
 - 3 – Interações ecológicas, 294
- III – Formações fitogeográficas do Brasil, 303
- IV – Alguns termos da ecologia, 306

Capítulo 10: Programa de Saúde

- I – Conceito de saúde e doença, 315
- II – Tipos de doenças, 315
- III – Doenças infecciosas, 316
- IV – Parasitas do homem, 317
- V – Doenças por deficiência de vitamina, 324
- VI – Poluição, 327

CARACTERÍSTICAS DOS SERES VIVOS

CAPÍTULO

1

I – INTRODUÇÃO AO ESTUDO DA BIOLOGIA

Biologia é a ciência que trata do estudo **dos seres vivos**. Etimologicamente, *Biología* significa o estudo da vida. (BIOS = VIDA e LOGOS = ESTUDO). Definir **vida**, entretanto, é uma tarefa difícil. Todavia, existem propriedades que, **em conjunto**, caracterizam os seres vivos. Desta forma, o objeto da Biologia é a **vida** ou os seres vivos e os fenômenos relacionados a eles. A Biologia procura, através de vários métodos, compreender as causas do comportamento dos seres vivos, estabelecendo as leis que controlam tais mecanismos.

A Biologia é uma ciência experimental por excelência. Por isso, o “biólogo é um cientista e um técnico” que observa os seres vivos diretamente ou por meio de instrumentos especiais. **Reflete** sobre o seu comportamento, criando hipóteses e teorias sobre as causas mais prováveis e, finalmente, no laboratório, submete tudo à **experimentação**. Uma vez comprovadas e demonstradas, as hipóteses convertem-se em **leis biológicas**.

II – PROPRIEDADES CARACTERÍSTICAS DOS SERES VIVOS

Vimos que os seres vivos possuem certas propriedades que, **em conjunto**, caracterizam os **seres vivos**. Assim, temos:

1. Estruturas Típicas

Os seres vivos podem ser identificados através de suas formas típicas, o que permite sua classificação em vários grupos.



Fig. 1.1 — Através da estrutura típica, você consegue determinar a que grupo pertence os seres da figura.

2. Metabolismo

É a capacidade que os seres vivos têm de, indiretamente, trocar energia com o meio ambiente, isto é, durante a ingestão de alimentos, de uma forma geral, os seres vivos armazenam energia (**anabolismo**) que será utilizada durante suas atividades físicas e biológicas (**catabolismo**).

3. Organização

Os animais e vegetais apresentam-se constituídos por unidades fundamentais — **as células**.

As células, nos organismos pluricelulares, estão agrupadas e constituem os **tecidos** que, por sua vez, formam os **órgãos** e estes os **aparelhos**.

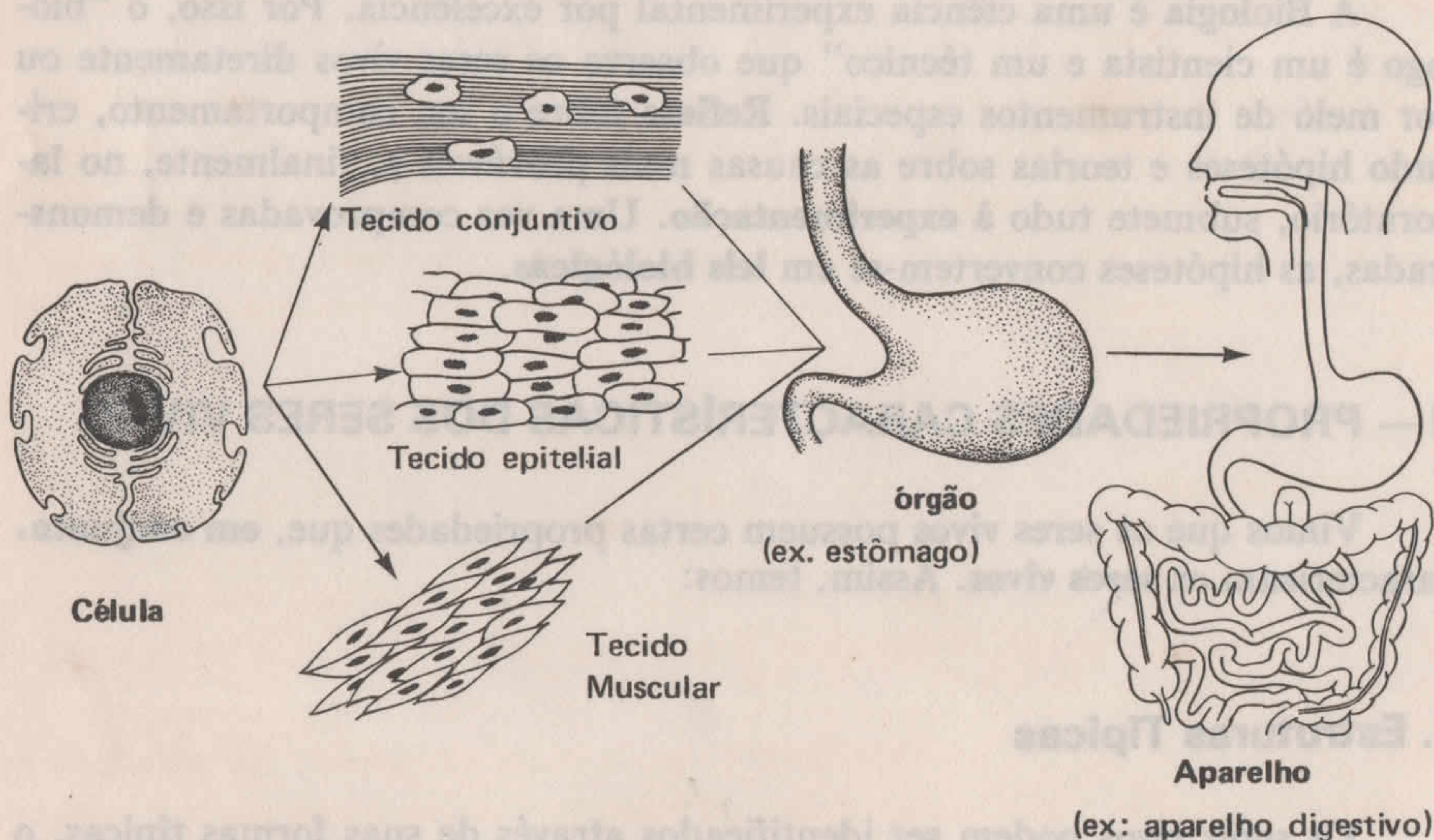


Fig. 1.2 — Esquema mostrando os diversos níveis de associações entre as células.

4. Regulação

Os seres vivos apresentam mecanismos próprios de regulação **interna** e **externa**.

A regulação **interna** se faz entre os vários órgãos e determina um equilíbrio entre as partes do ser vivo. Tal regulação se faz através de substâncias químicas produzidas pelas glândulas endócrinas, **os hormônios**, e através do **sistema nervoso**.

A regulação **externa** estabelece um equilíbrio entre o ser vivo e o meio exterior. Por exemplo: no calor, transpiramos mais para manter a temperatura do corpo constante (regulação externa).

5. Reprodução

Somente os seres vivos se reproduzem. A reprodução consiste na capacidade que os seres vivos têm de dar origem a outros indivíduos semelhantes a eles.

6. Hereditariedade

É a propriedade que todos os seres vivos têm de **transmitir** aos seus descendentes suas próprias características.

7. Adaptação

É a capacidade que o indivíduo tem de se ajustar em determinado ambiente. Podemos analisar a **adaptação** sob dois aspectos: adaptação como **indivíduo** ou como **espécie**: **como indivíduo**, diríamos que todo ser vivo está adaptado ao seu meio (por exemplo: bronzeamento da pele) e, **como espécie**, a adaptação é feita por seleção dos indivíduos mais capazes (por exemplo: a cor dos gafanhotos).

8. Composição

Os seres vivos são formados por células que, por sua vez, são organizadas a partir de substâncias químicas determinadas. As substâncias químicas essenciais à vida são:

Água (H_2O) — A água é a substância química mais abundante na natureza e nos seres vivos. Ela participa em todos os processos vitais, toma parte nas reações celulares, serve como solvente e como veículo de transporte de materiais no interior dos organismos vivos.

O corpo humano é constituído de aproximadamente 65% de água, embora tal quantidade sofra muita variação conforme:

- **o tecido:** tecidos mais rijos têm menos água.
- **a idade:** os tecidos do embrião, do feto e da criança têm mais água que os indivíduos adultos.
- **o metabolismo:** os tecidos que mais trabalham têm mais água.

Gás Carbônico (CO_2) — Nos sistemas vivos, as substâncias orgânicas (compostos do carbono) são formadas, direta ou indiretamente, a partir do gás carbônico. Assim, os vegetais autótrofos (seres capazes de fabricar seu alimento a partir de substâncias simples) absorvem gás carbônico do ar atmosférico para a síntese de substâncias orgânicas (glicose).

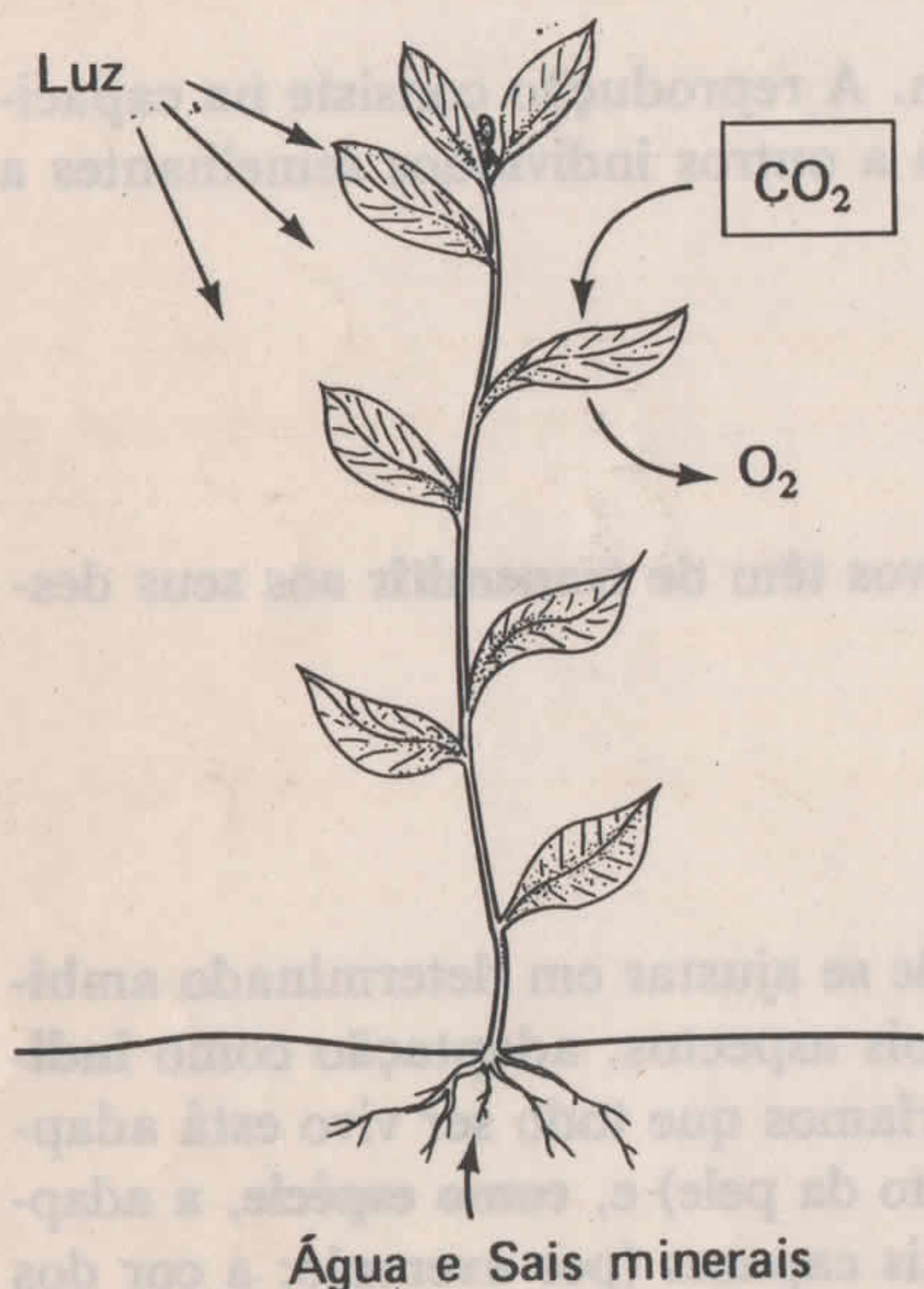


Fig. 1.3 — O vegetal, recebendo luz, absorve água e sais minerais do solo, gás carbônico da atmosfera, produzindo compostos orgânicos necessários à sua sobrevivência.

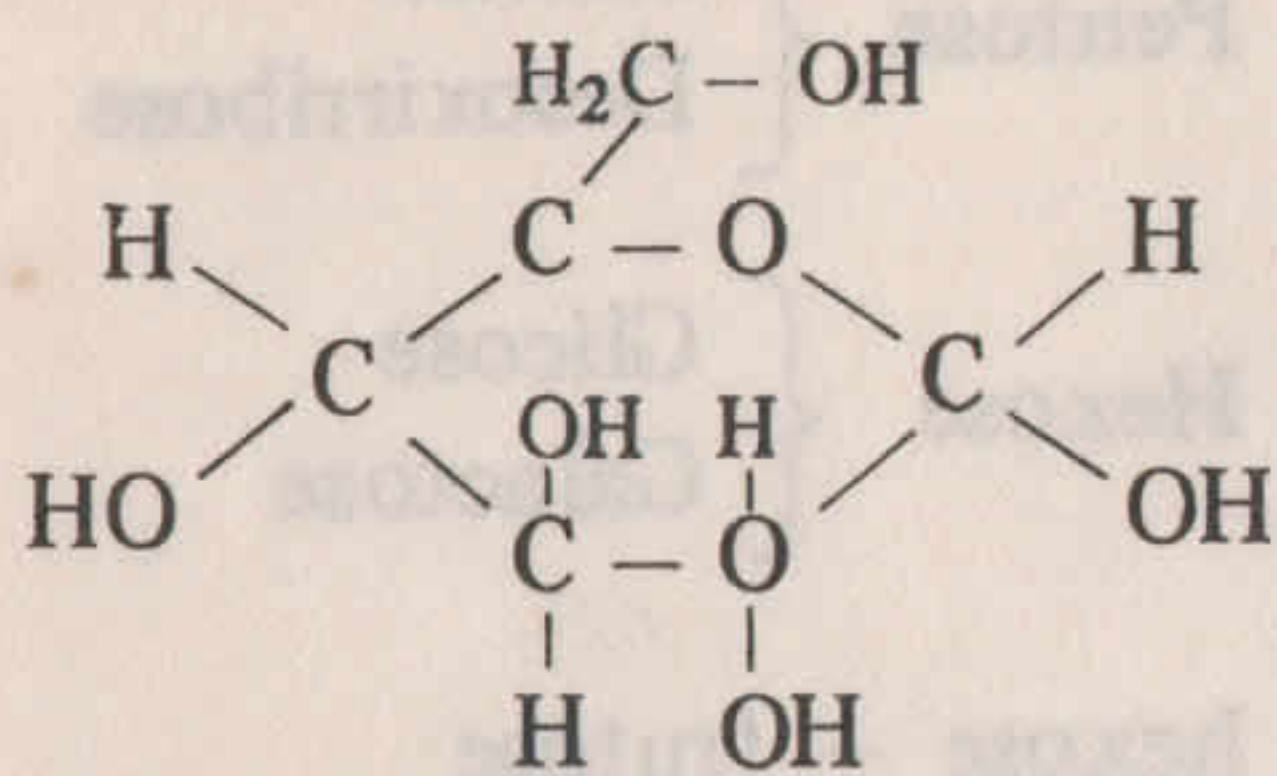
Gás Oxigênio (O_2) — Os compostos orgânicos são oxidados, em presença de O_2 , para obtenção de energia necessária à vida. A este processo denominamos respiração aeróbia.

Hidratos de Carbono — São substâncias que se destinam a fornecer energia, além de serem responsáveis pela rigidez de certos tecidos e células animais e vegetais. São mais abundantes nos vegetais, que os sintetizam pelo processo de **fotossíntese**. Os animais, na maioria das vezes, já os obtêm prontos através da alimentação.

A **glicose** é o açúcar mais conhecido.

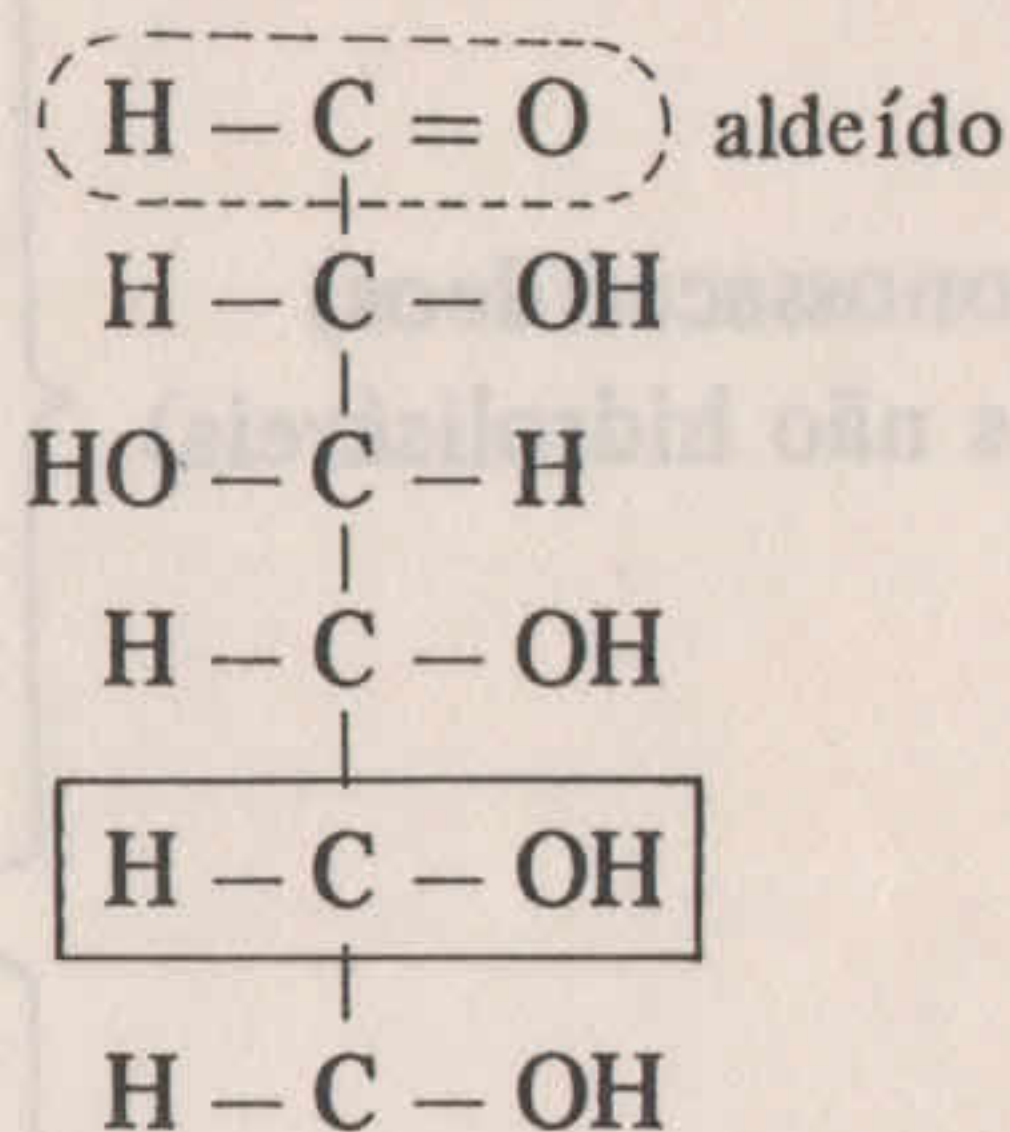
Os açúcares dividem-se:

Representação cíclica



α glicose (CIS)

Representação aberta



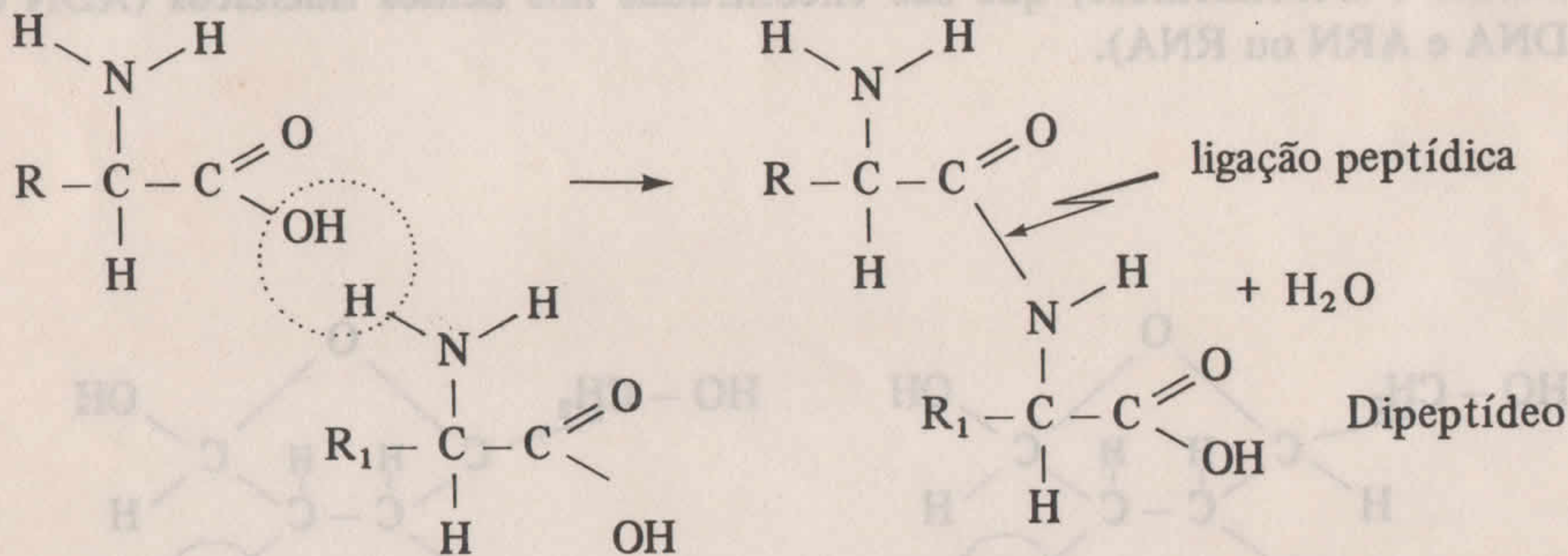
α (+) glicose

Proteínas — São substâncias complexas constituídas pela união de **aminoácidos**.

Os aminoácidos são compostos orgânicos de função mista, possuindo na molécula um radical ácido carboxílico, ($-\text{COOH}$), e um radical amina, ($-\text{NH}_2$).

Os aminoácidos ligam-se em longas cadeias para constituir as proteínas, que apresentam, em sua molécula, 100 ou mais moléculas de aminoácidos. As proteínas são, portanto, moléculas muito grandes, compostas por centenas de moléculas de aminoácidos.

Quando dois ou mais aminoácidos reagem entre si, fazem-no de modo que a **carboxila** de um reage com a **amina** do outro, saindo, na reação, uma molécula de água e ficando o carbono da carboxila ligado ao nitrogênio da amina. Essa ligação especial é denominada **ligação peptídica**.



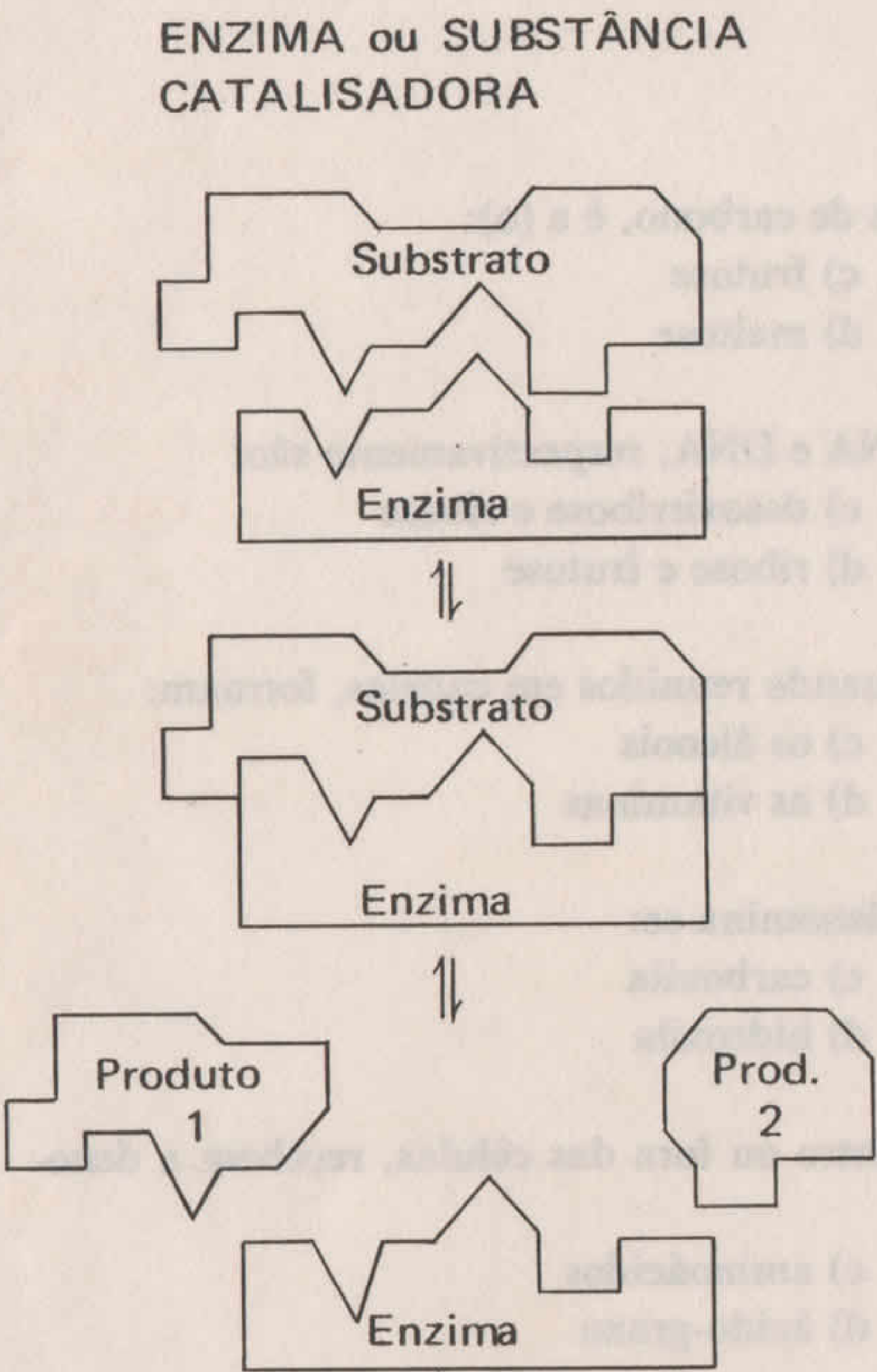
As proteínas são, portanto, macromoléculas (moléculas muito grandes) de elevado peso molecular e suas principais funções são:

- a) material plástico, pois entram na estruturação de matéria viva
- b) liberam energia quando oxidadas
- c) defesa do organismo (anticorpos)
- d) contração muscular
- e) funcionam como enzimas (catalisadores), agindo em todas as reações vitais do metabolismo

Enzimas

São catalisadores orgânicos de natureza protéica, produzidos pelas células vivas, agindo dentro e/ou fora da célula.

Atualmente, os biólogos admitem que a ação das enzimas, uma vez que são proteínas, deve depender da forma e estrutura da molécula. Nasceu, assim, a teoria da **chave-fechadura** para explicar o modo de ação das enzimas.



A molécula sobre a qual a enzima vai atuar é chamada genericamente de substrato. A molécula enzimática seria considerada como dotada de “fendas” e “entalhes” em locais bem definidos. Graças aos “encaixes”, a enzima atuaria sobre o substrato, encaixando-se nele e modificando-o durante a reação. A enzima, desse modo, funcionaria como uma chave, que se encaixa na fechadura, ou seja, o substrato. A fim de entender melhor esse mecanismo, observe o esquema ao lado.

Fig. 1.4 — Esquema mostrando a ação da enzima.

Lipídios ou Gorduras

São compostos que, ao sofrerem um tipo de reação chamada reação de hidrólise, produzem ácidos graxos e outras substâncias.

São produzidos e utilizados pelos seres vivos. Geralmente, são insolúveis em água e solúveis em solventes orgânicos (éter, benzeno etc.).

Os lipídios representam moléculas armazenadoras de energia, além de tomarem parte na estrutura celular. Exemplos: óleo de algodão, oliva, milho, gordura de porco etc.

TESTES

Enzimas

1. Os hormônios fazem parte do mecanismo de:
a) reprodução, basicamente
b) hereditariedade
c) regulação
d) metabolismo, somente
2. A capacidade que os seres vivos têm de trocar energia com o meio denomina-se:
a) regulação
b) hereditariedade
c) adaptação
d) metabolismo
3. Água, CO₂, O₂, hidratos de carbono, proteínas são substâncias:
a) dispensáveis a qualquer ser vivo
b) indispensáveis aos seres vivos
c) encontradas no meio ambiente
d) encontradas somente nos seres vivos
4. O monossacarídeo mais conhecido com 6 átomos de carbono, é a (o):
a) glicogênio
b) glicose
c) frutose
d) maltose
5. Os açúcares encontrados nos ácidos nucleicos RNA e DNA, respectivamente são:
a) ribose e galactose
b) ribose e desoxirribose
c) desoxirribose e ribose
d) ribose e frutose
6. Os aminoácidos são compostos orgânicos que, quando reunidos em cadeias, formam:
a) as proteínas
b) os açúcares
c) os álcoois
d) as vitaminas
7. A ligação entre duas moléculas de aminoácidos denomina-se:
a) ligação peptídica
b) ligação química simplesmente
c) carboxila
d) hidroxila
8. Catalisadores orgânicos, protéicos, que agem dentro ou fora das células, recebem a denominação de:
a) enzimas
b) proteínas
c) aminoácidos
d) ácido-graxo
9. Uma propriedade importante das enzimas é a:
a) sua ação em várias reações.
b) especificidade, isto é, agem somente em determinadas reações
c) de não agir somente em determinadas reações
d) sua estrutura formada por hidratos de carbono
10. Substâncias tidas como reservatórios de energia:
a) músculos
b) água
c) vitaminas
d) gorduras

CITOLOGIA

CAPÍTULO

2

I – HISTÓRICO

Foi Robert Hooke, um cientista inglês, quem, em 1665, observou **células** pela primeira vez.

Hooke, observando um fragmento de cortiça, cortado sob a forma de fina fatia, em um microscópio construído por ele mesmo, chamou de células (“cells”) as pequenas lacunas observadas na lâmina de cortiça. Para Hooke, as células eram pequenas cavidades que ele comparou com a estrutura de um “favo de mel”.

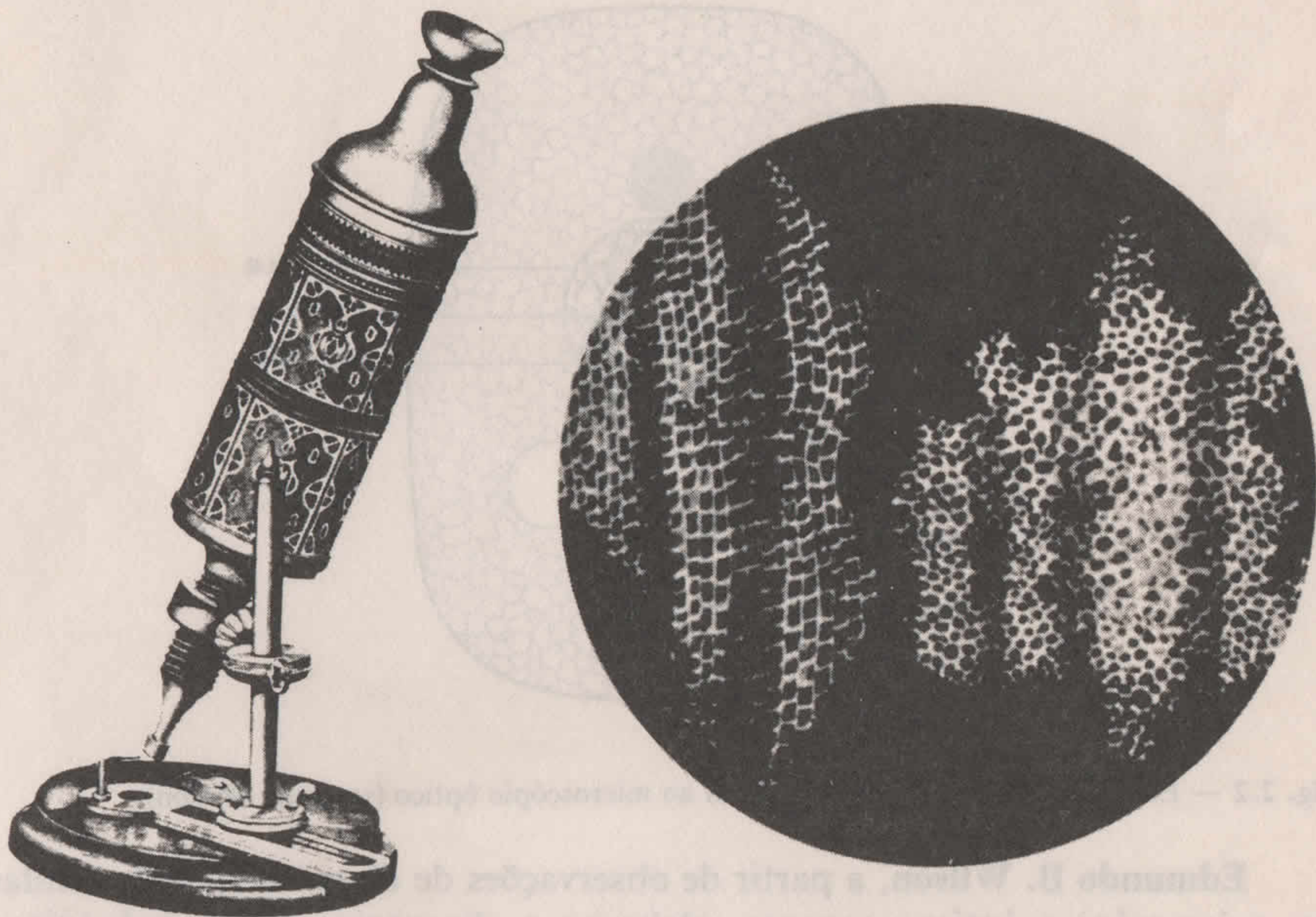


Fig. 2.1 — Microscópio utilizado por Hooke e um desenho de um corte de cortiça por ele observado.

II — TEORIA CELULAR

Em 1838, o cientista alemão **M.J.Schleiden**, botânico, verificou a presença de células nos **seres vivos vegetais** por ele observados. Já em 1839, outro cientista alemão, **T.Schwann**, zoólogo, observou a presença de células em todos os **seres vivos animais** que estudou. A partir daí, estabeleceram a Teoria Celular que, generalizando suas observações, diz:

- 1º) **Todos os seres vivos, animais e vegetais, são formados por células.**
- 2º) **A célula é a unidade morfológica e fisiológica de todos os seres vivos.**
- 3º) **As células se reúnem para formar os tecidos, e estes se unem para formar os órgãos.**

Cerca de 20 anos depois, **Virchow**, um médico alemão, fez a seguinte afirmação: “**As células provêm de células preexistentes.**”

III — CÉLULA TÍPICA — COMPONENTES E FUNÇÕES

Inicialmente, a célula era interpretada como uma bolsa de solução aquosa e relativamente homogênea. Entretanto, o aperfeiçoamento dos instrumentos ópticos disponíveis permitiu exames cada vez mais profundos e minuciosos, podendo ser reconhecida uma série de partículas naquela bolsa de solução aquosa.

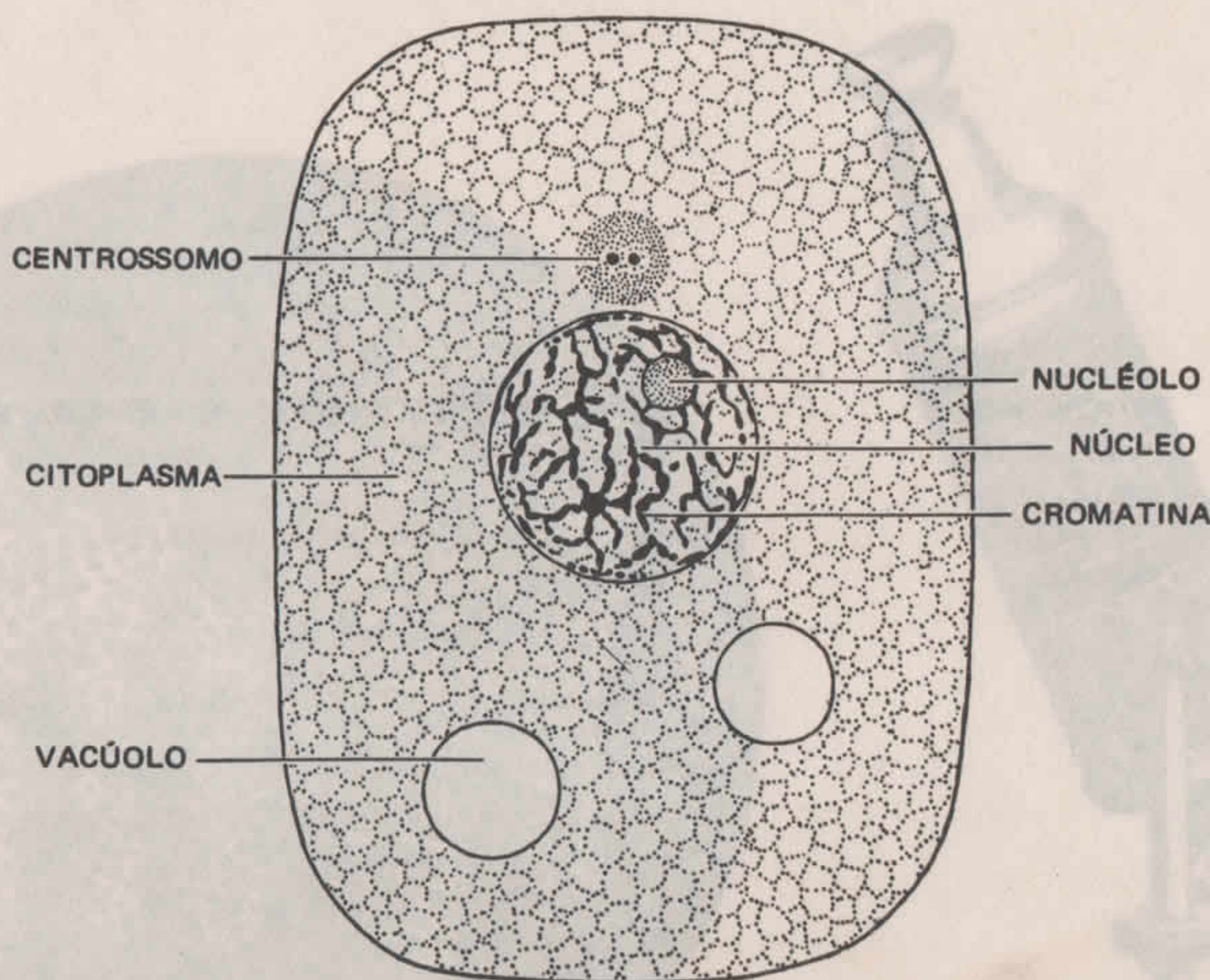


Fig. 2.2 — Esquema de uma célula observada ao microscópio óptico (segundo Wilson).

Edmundo B. Wilson, a partir de observações de diversos tipos de células em microscópios ópticos comuns, elaborou o diagrama apresentado acima que reúne suas observações sobre diversas células.

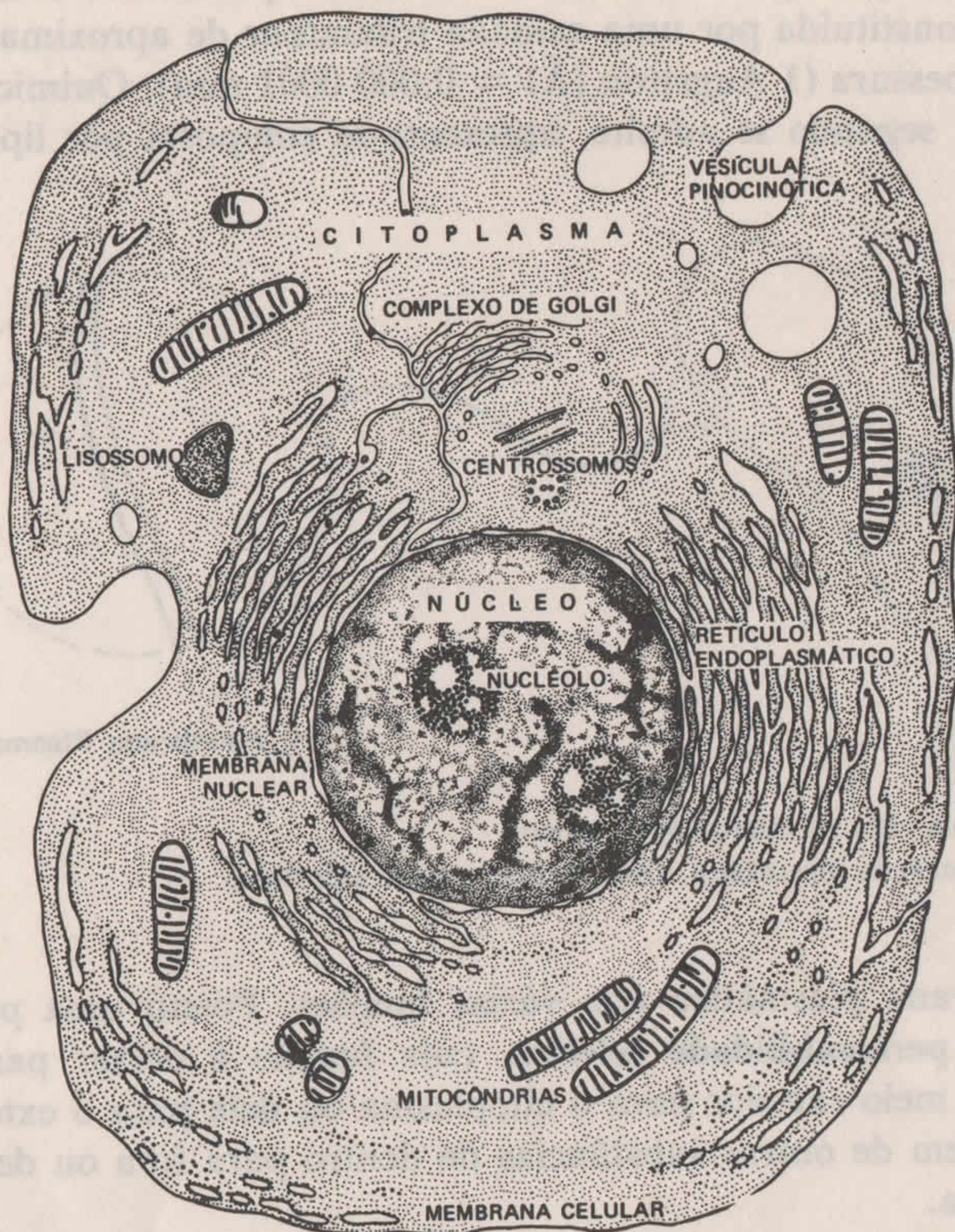


Fig. 2.3 — Esquema de uma célula observada ao microscópio eletrônico (segundo Brachet).

Após 1950, com a invenção do microscópio eletrônico, a estrutura da célula, pôde ser interpretada como se vê na figura acima. Compare esta célula vista ao microscópio eletrônico com a célula observada em microscópio óptico (de luz).

Embora as células variem de organismo para organismo, e mesmo em um próprio organismo, a maior parte das células apresenta 3 (três) partes básicas: a **membrana**, o **citoplasma** e o **núcleo**.

1. Membrana .

A membrana **plasmática**, ou **plasmalema** ou **citoplasmática**, é encontrada em todos os tipos de células e, além de dar contensão ao volume citoplasmático, separa uma célula da outra.

Ao microscópio óptico comum, a membrana plasmática é **invisível**, pois apresenta-se constituída por uma camada trilaminar de aproximadamente 75 a 100 Å de espessura (1 Angstrom (Å) = 0,000 0001 mm). Quimicamente, esta membrana, segundo se admite, apresenta-se composta por lipídios e proteínas.

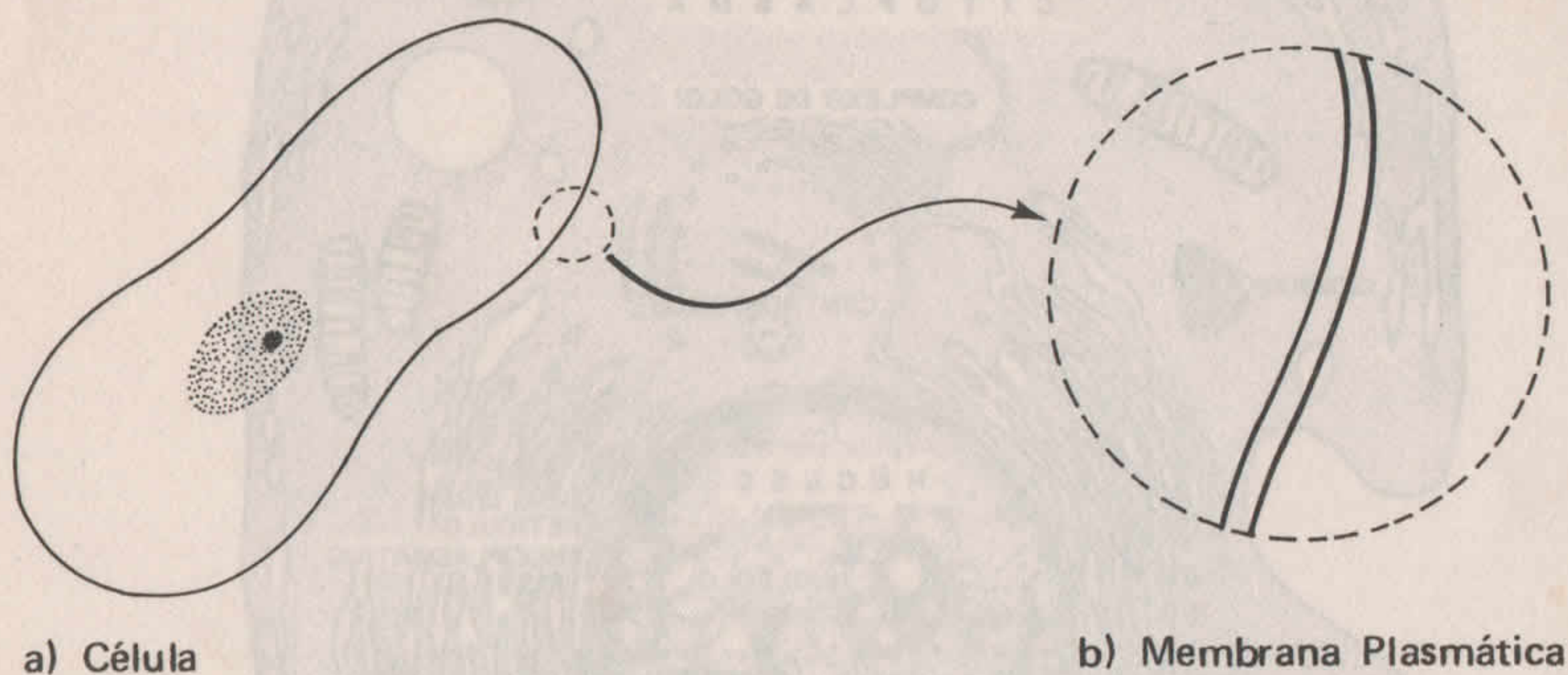


Fig. 2.4 — a) célula vista ao microscópio óptico.
b) membrana plasmática, vista ao microscópio eletrônico.

A membrana plasmática tem várias funções. Possui uma propriedade importante, a **permeabilidade seletiva**, cuja função é deixar passar certas substâncias do meio exterior para o citoplasma ou dele para o exterior e impedir a passagem de outras substâncias de dentro para fora ou de fora para dentro da célula.

Com relação à **permeabilidade celular**, devemos lembrar que está relacionada não só com a natureza das substâncias que atravessam a membrana, como também com o seu estado. Em associação com a membrana, encontramos enzimas que interferem na velocidade com que as substâncias diversas entram e saem da célula. A **água** se move livremente através da membrana; certas **moléculas pequenas** passam através da membrana mais rapidamente que as grandes e **moléculas eletricamente neutras** passam mais facilmente que os íons; **substâncias lipossolúveis** passam melhor que aquelas que não se dissolvem em gorduras.

As substâncias são transportadas através da membrana celular por dois processos principais: **difusão** e **transporte ativo**.

Difusão — Quando grande quantidade de uma substância solúvel é colocada em um solvente, por uma das extremidades de um recipiente, a mesma começa logo a difundir-se para a extremidade oposta, o que constitui o processo da **difusão**, ou seja, o movimento de partículas do local de maior concentração para o local de menor concentração.

A membrana plasmática é **lipoprotéica** (formada por gorduras e proteínas). Portanto, as substâncias insolúveis em gorduras terão problemas para

se difundirem através da membrana celular. Assim, o gás oxigênio, o dióxido de carbono e o álcool, por serem solúveis em gorduras, conseguem se difundir através da membrana plasmática: é a **difusão em estado dissolvido**.

Outras substâncias, embora insolúveis nos lipídios, atravessam a membrana por um processo denominado **difusão facilitada**, como acontece com os açúcares (glicose, por exemplo).

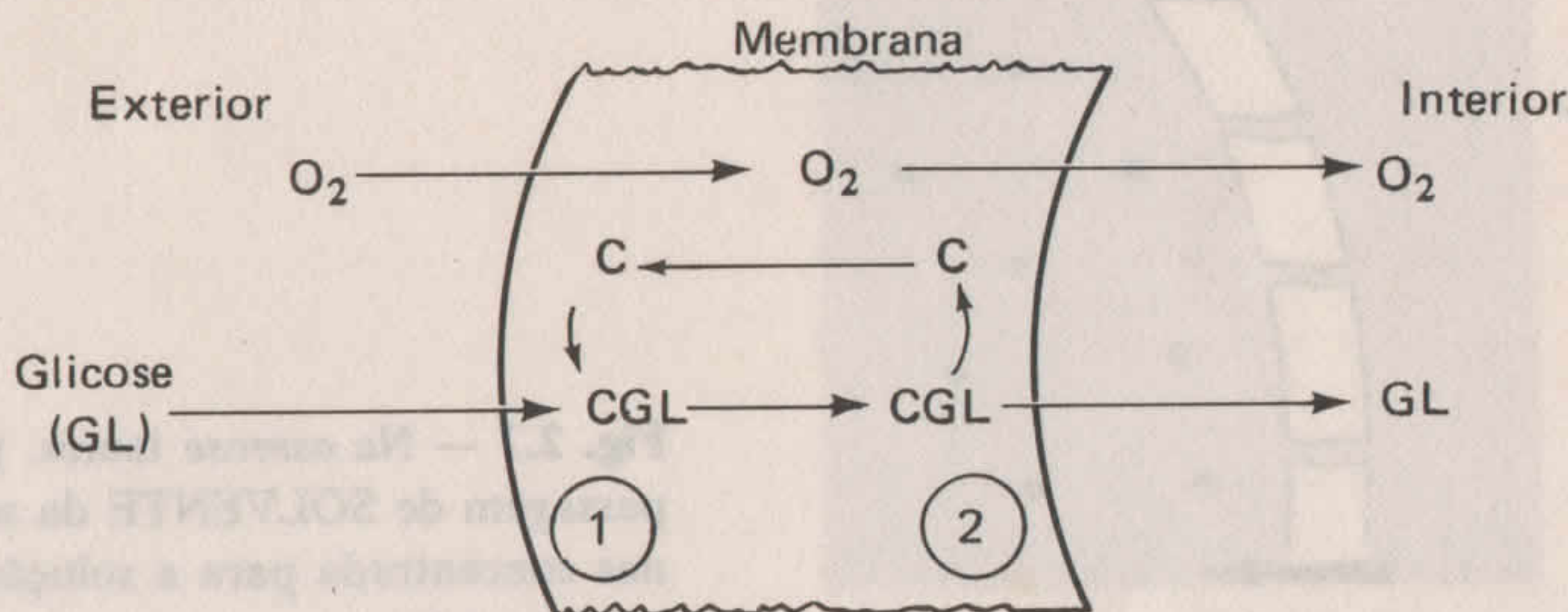


Fig. 2.5 — A glicose (GL) se combina com um “transportador” C, no ponto 1, formando o complexo CGL, que é solúvel nos lipídios, difundindo-se, desta forma, para o outro lado da membrana, ponto 2, onde se desfaz o complexo, passando então a glicose para o interior da célula.

Também ocorre a **difusão através dos poros da membrana** que se acham espalhados pela superfície da membrana e medem cerca de 8 \AA de diâmetro, sendo pequenos demais para serem vistos ao microscópio eletrônico, porém grandes para permitirem a passagem de moléculas de água e moléculas de substâncias hidrossolúveis (solúveis em água).

Sabemos que moléculas neutras e íons de carga negativa se difundem mais facilmente através da membrana que os íons de carga positiva. Admite-se ser a razão desta diferença a carga positiva das proteínas e os íons positivos absorvidos em torno dos poros, como os íons de cálcio, conforme esquema abaixo.

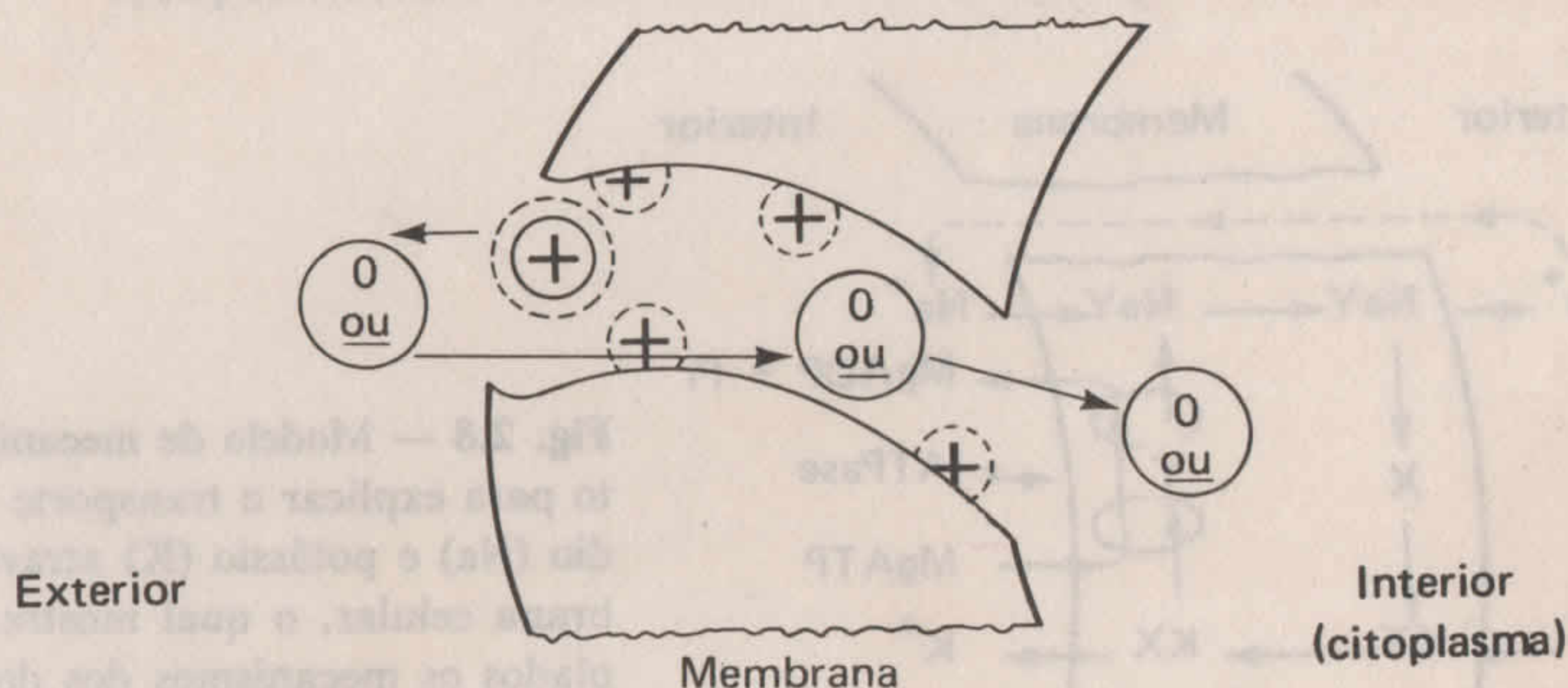


Fig. 2.6 — *Estrutura Hipotética* de um poro da membrana celular, mostrando que cada carga positiva forma uma esfera de carga elétrica, o que determina entre as cargas positivas uma repulsão.

Difusão de Água através da Membrana Celular — Osmose

A água é a substância que mais facilmente se difunde através da membrana plasmática nos dois sentidos. A essa difusão de água através de membranas **seletivamente permeáveis** (semipermeável) denominamos **OSMOSE**.

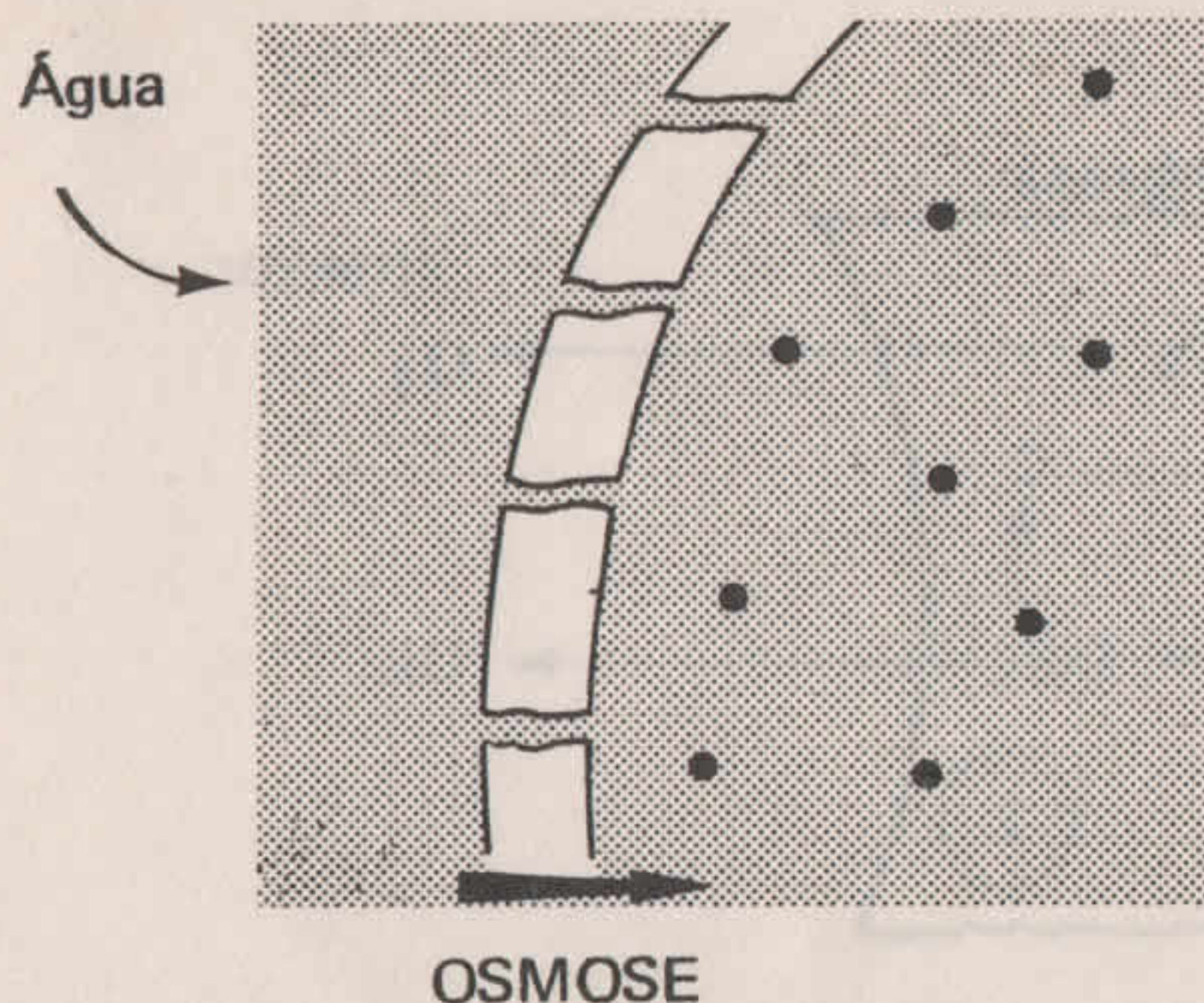


Fig. 2.7 — Na *osmose* temos, portanto, a passagem de SOLVENTE da solução menos concentrada para a solução de maior concentração.

Nota: a solução de menor concentração diz-se **HIPOTÔNICA**, enquanto que a de maior concentração corresponde à solução **HIPERTÔNICA**. Quando duas soluções apresentarem as mesmas concentrações, diremos que são **ISOTÔNICAS**.

Transporte Ativo — Certas substâncias apresentam-se em uma concentração mínima no líquido extracelular, enquanto que, no intracelular, se encontram em grande quantidade, como por exemplo, os íons de potássio (K^+). Inversamente, outras substâncias existem em pequena concentração no líquido intracelular e em grandes concentrações no líquido extracelular; tais substâncias, embora entrem com freqüência nas células, devem ser removidas, ainda que a concentração no lado interno seja menor que no externo; é o que acontece com os íons sódio (Na^+); para tal há um gasto de energia ($ATP \xrightarrow{ATPase} ADP + Pi + \text{energia}$), pois a passagem destas substâncias se faz contragradiente (do local de menor concentração para o local de maior concentração).

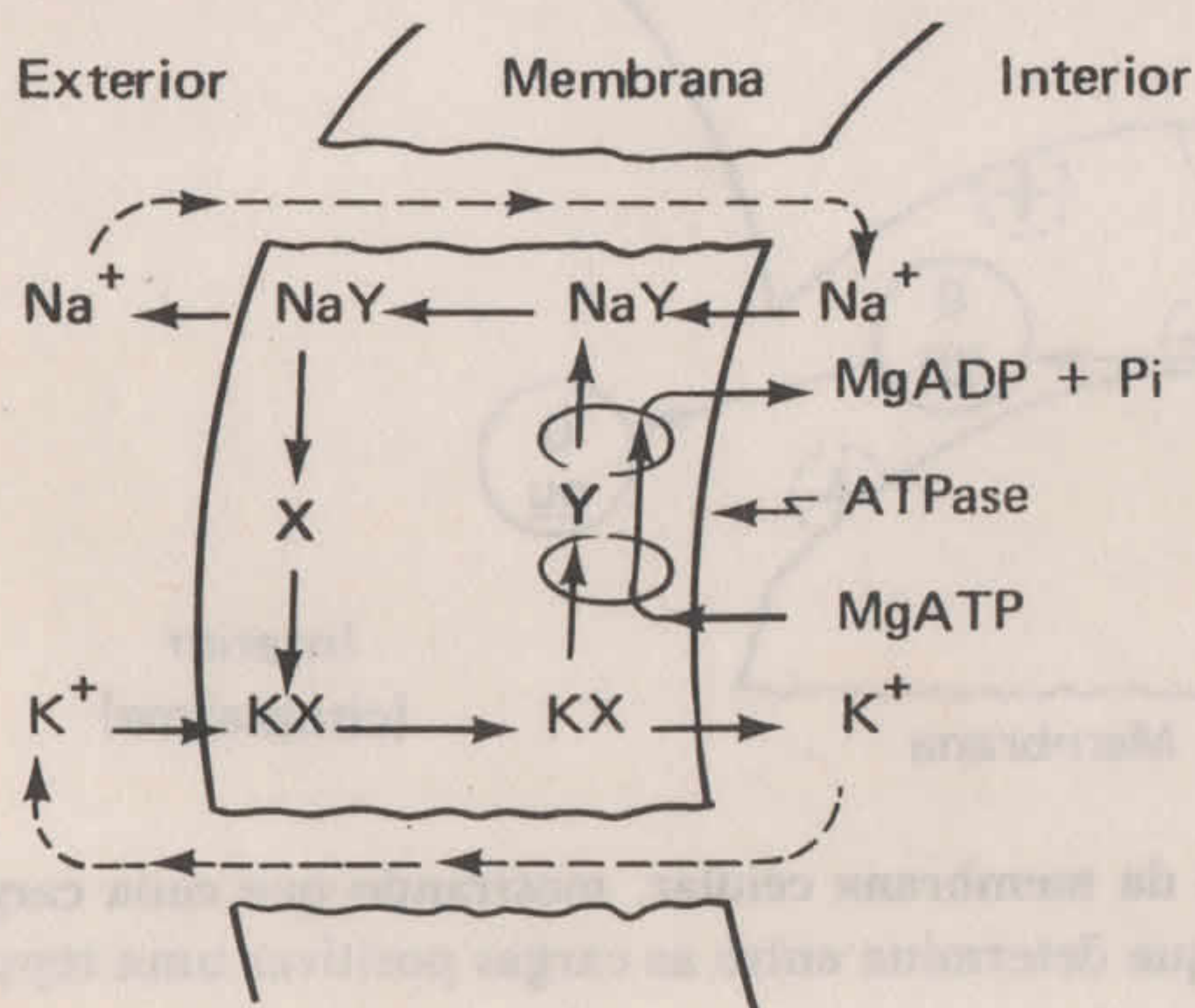


Fig. 2.8 — Modelo de mecanismo proposto para explicar o transporte ativo de sódio (Na) e potássio (K) através da membrana celular, o qual mostra serem acoplados os mecanismos dos dois transportes, com a liberação da energia para o sistema na superfície interna da membrana.

Nos vegetais, além da **membrana plasmática**, existe uma membrana externa, resistente, constituída quimicamente por um polissacarídeo, a **celulose**. Essa membrana de celulose é permeável à água e aos solutos em geral, funcionando como um esqueleto para a célula.

A presença desta parede nas células vegetais é uma característica que permite diferenciá-las das células animais, que não a possuem. A **membrana celulósica** envolve e protege a membrana plasmática.

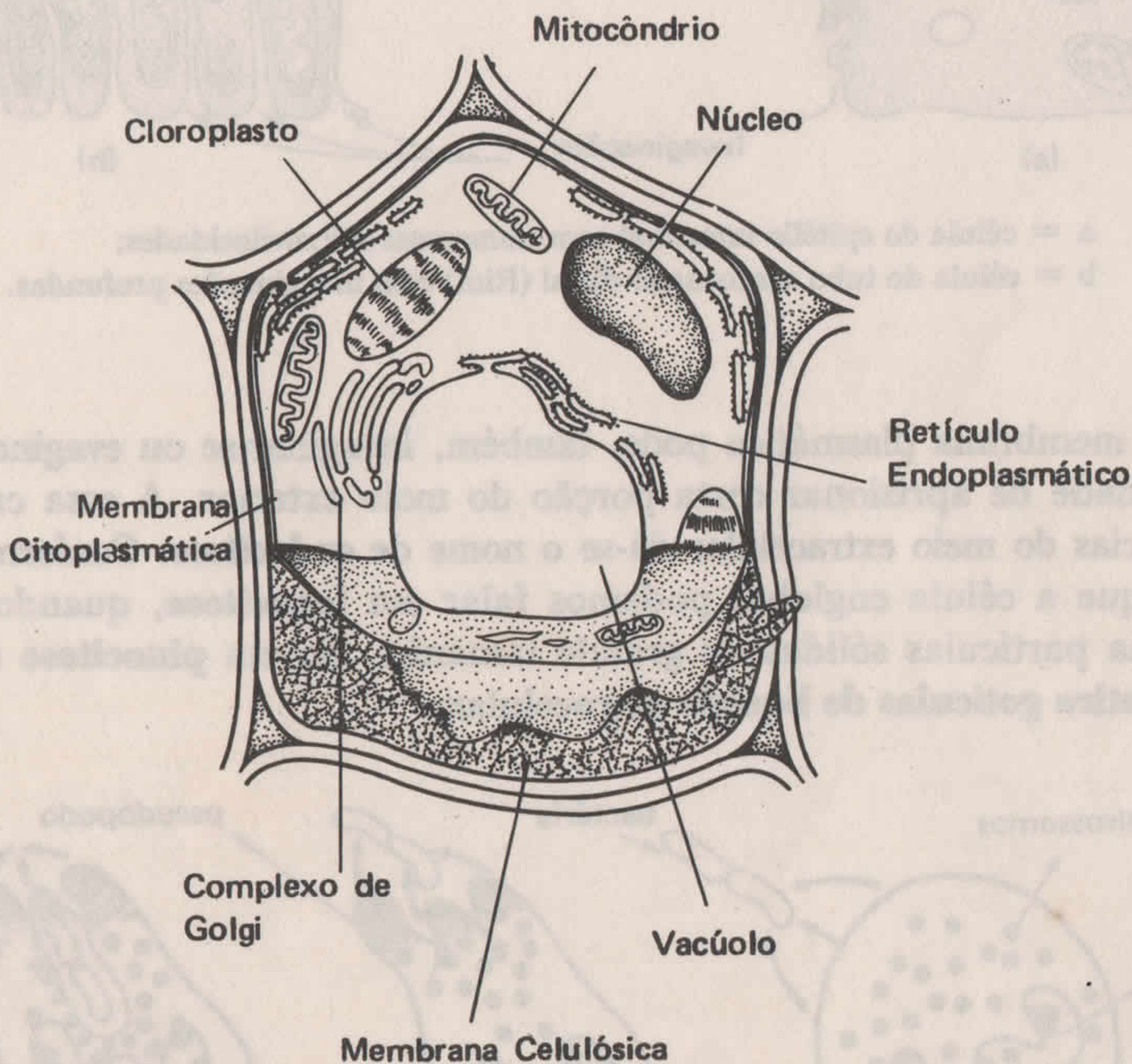


Fig. 2.9 — Célula vegetal.

A membrana celular plasmática marca o limite entre o citoplasma celular e o meio externo.

Para sobreviver, a célula precisa retirar alimentos do meio exterior e nele lançar substâncias inúteis; é sabido que a quantidade de substâncias trocadas com o meio exterior é proporcional à superfície da membrana plasmática; portanto, verifica-se que as membranas apresentam modificações morfológicas superficiais que, sem alterar o volume da célula, aumentam consideravelmente a superfície. São as microvilosidades e as invaginações.

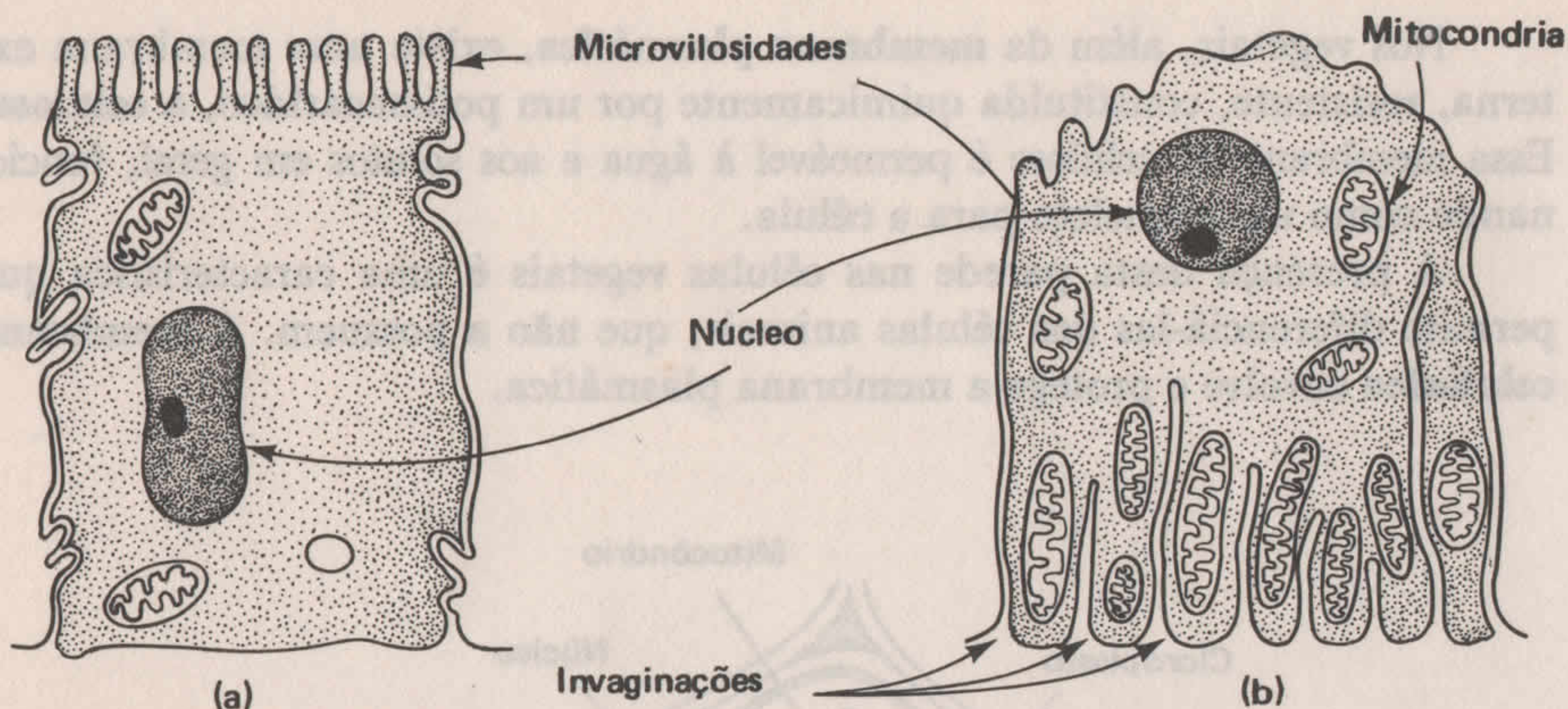


Fig. 2.10 a = célula do epitélio intestinal com numerosas microvilosidades;
b = célula do tubo contornado distal (Rim) com invaginações profundas.

A membrana plasmática pode, também, invaginar-se ou evaginar-se, com a finalidade de aprisionar certa porção do meio exterior. A essa captura de substâncias do meio extracelular dá-se o nome de **endocitose**. Conforme a substância que a célula engloba, podemos falar em **fagocitose**, quando a célula aprisiona partículas sólidas de grande tamanho, ou em **pinocitose** quando a célula retira gotículas de líquido extracelular.

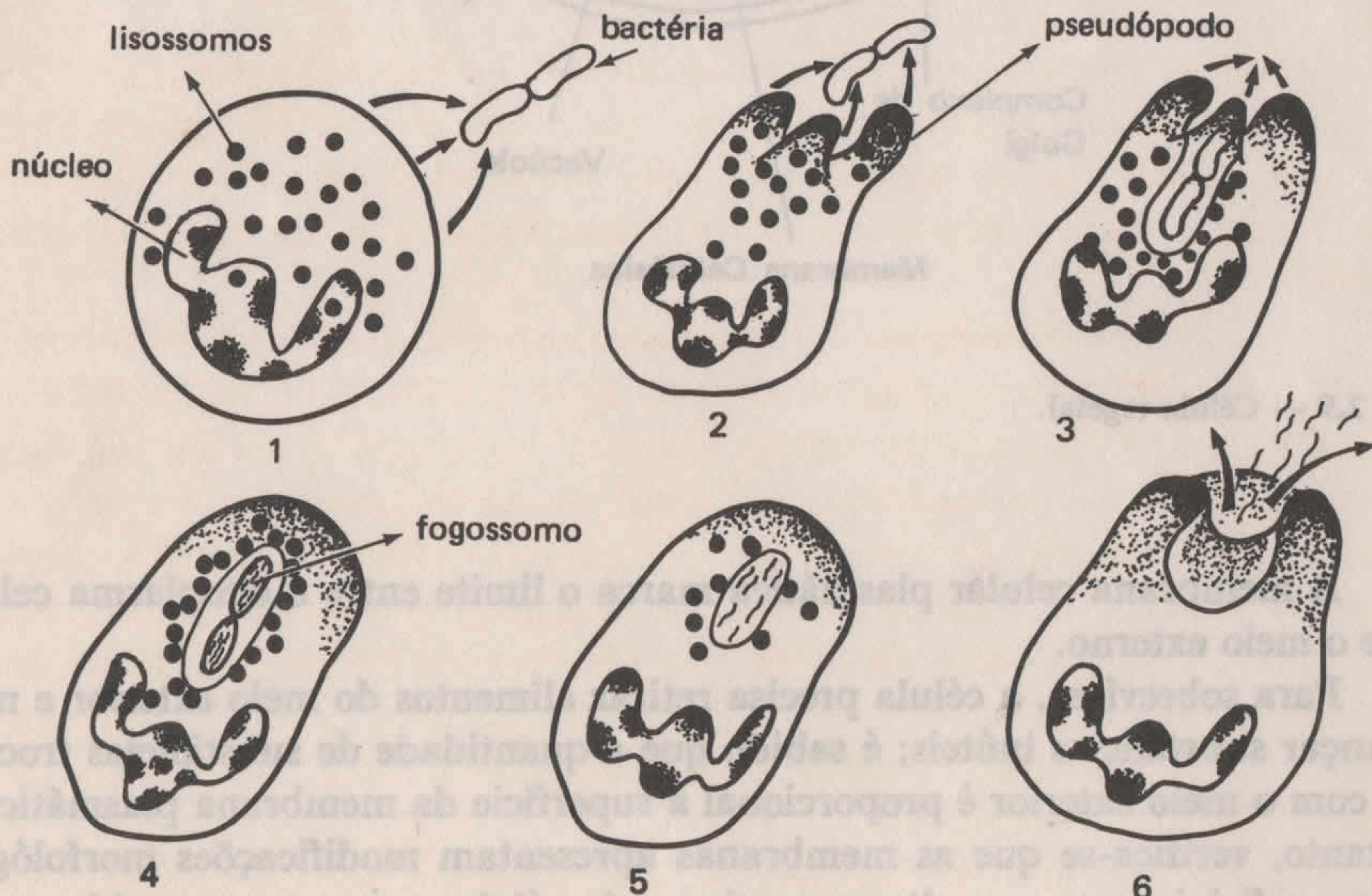


Fig. 2.11 — Esquema da fagocitose.

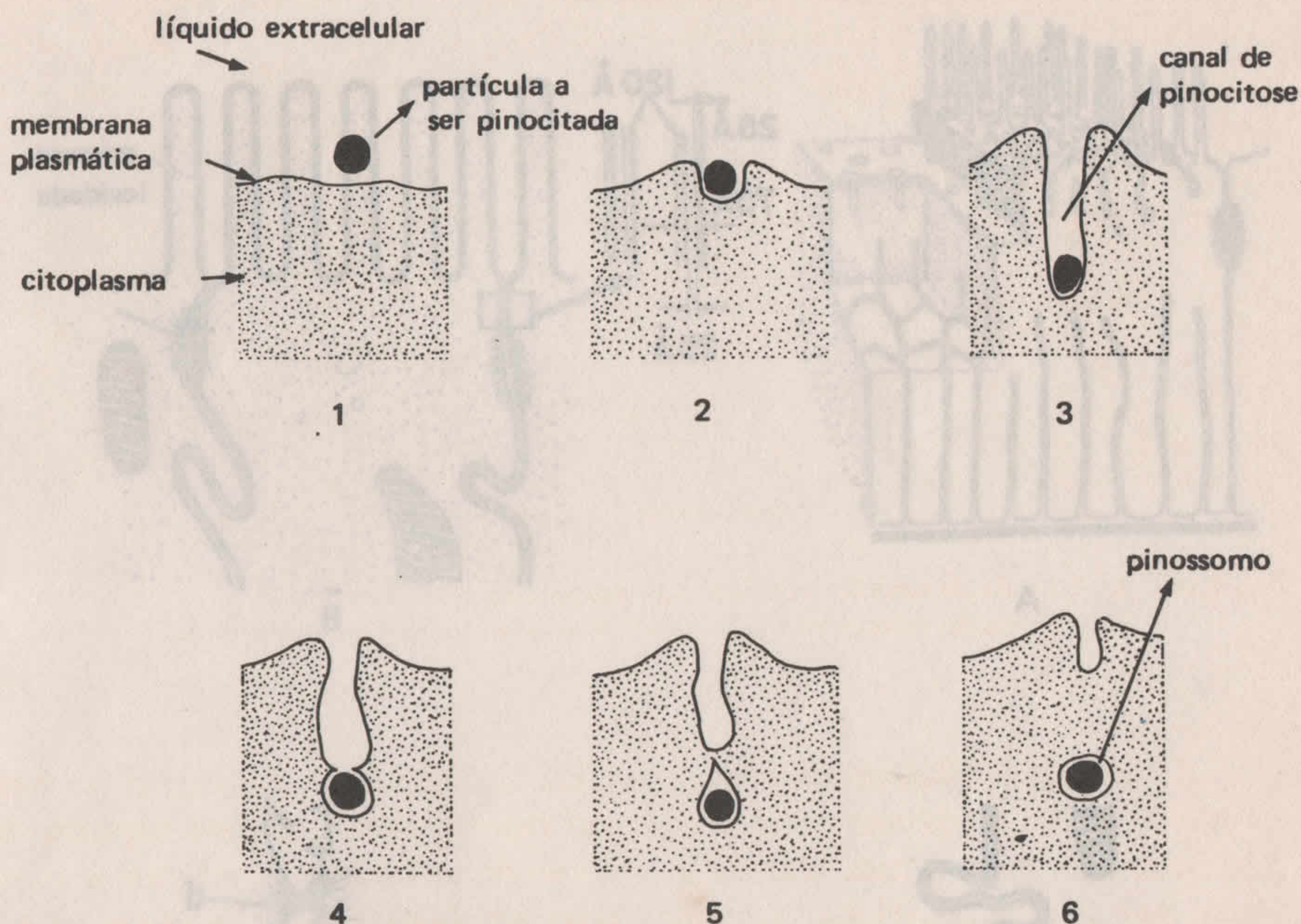


Fig. 2.12 — Esquema da pinocitose.

Entre as membranas plasmáticas das células existe um espaço de 100 a 150 Å, denominado **espaço intercelular**, que é preenchido por um líquido denominado **intersticial** ou **intercelular**, cujas substâncias, ainda não inteiramente conhecidas, devem desempenhar um papel importante na união de células vizinhas.

Além destas **substâncias intercelulares**, existem outros mecanismos que reforçam a aderência das células entre si. Essa aderência se faz mediante **INTERDIGITAÇÕES** entre as células vizinhas, onde através de um sistema de encaixe, as células se mantêm mais aderidas. Outro mecanismo se faz através de espessamento da membrana plasmática devido à formação de **películas externas** que, quando vistas ao microscópio eletrônico com pequeno aumento, dão a idéia da fusão das membranas em determinadas áreas. Todavia, observando-se com grande aumento, podemos constatar que não há fusão e sim espessamento da membrana plasmática. Essa estrutura foi denominada **BARRA TERMINAL**.

Finalmente, um terceiro tipo de ligação se faz através dos **DESMOSSOMOS**, visíveis apenas com microscópio eletrônico. No **desmossomo**, as membranas plasmáticas das células adjacentes são densas e espessadas.

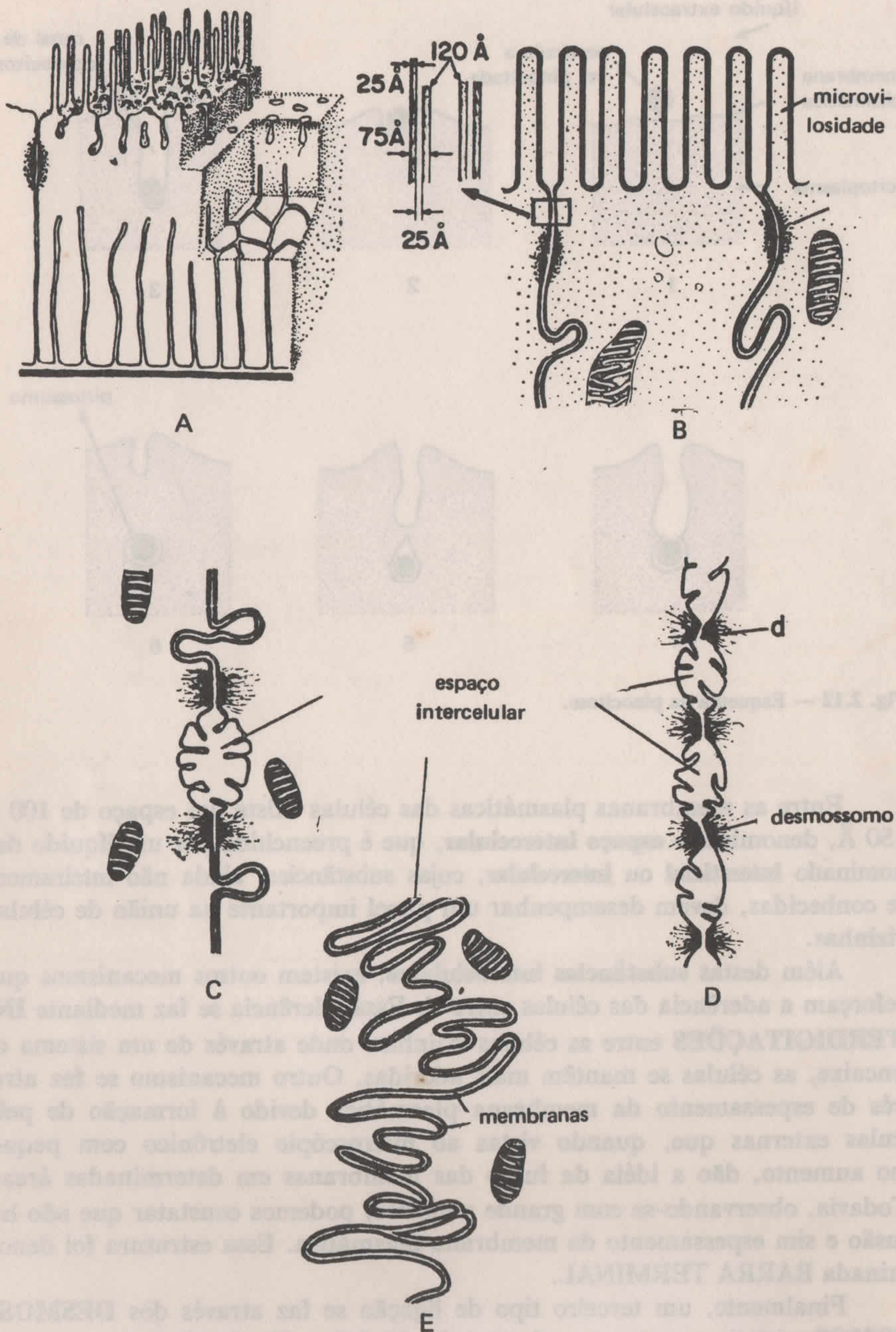


Fig. 2.13 — Diagrama geral de algumas das diferenciações da membrana plasmática.

TESTES

11. A célula pode ser entendida como (assinale a mais correta):
a) a menor unidade dos seres vivos
b) a unidade morfológica e fisiológica dos seres vivos
c) a maior unidade viva dos seres vivos
d) sendo uma estrutura exclusivamente microscópica
12. Em uma **célula típica** encontramos fundamentalmente os seguintes componentes:
a) mitocôndrias, núcleo e membrana
b) DNA, membrana e centríolo
c) membrana, citoplasma e núcleo
d) n.d.a.
13. A membrana plasmática é formada por:
a) gorduras e proteínas
b) celulose
c) gorduras e celulose
d) proteínas e açúcares
14. Funções como **seletividade vital; contenção do volume** citoplasmático; proteção etc. são realizadas:
a) pelo núcleo celular
b) pela membrana plasmática
c) pelo citoplasma
d) n.d.a.
15. Através da membrana plasmática ocorre transporte de substâncias cujos principais processos são:
a) endomitose e pinocitose
b) difusão e transporte ativo
c) pinocitose e plasmodierese
d) n.d.a.
16. A diferença entre o transporte ativo e o transporte passivo se explica pelo fato de que:
a) no primeiro não há gasto de energia e no segundo há
b) não existe diferença pois em ambos os casos não há gasto de energia
c) no primeiro há gasto de energia e no segundo não
d) n.d.a.
17. Osmose é um processo físico-químico em que ocorre passagem de solvente da solução de menor concentração para a solução de maior concentração, através de uma membrana semipermeável. Esta afirmação está:
a) correta
b) incorreta, pois a passagem de água se verifica ao contrário do que foi escrito
c) incorreta, pois a membrana deverá ser permeável
d) n.d.a.
18. Em relação aos íons Na^+ e K^+ podemos dizer:
a) o sódio (Na^+) é encontrado em maior quantidade fora da célula
b) o potássio (K^+) é encontrado em maior quantidade fora das células
c) o potássio é encontrado no interior da célula
d) duas corretas (a e c)
19. Não é especialização da membrana:
a) interdigitação
b) desmossomos
c) microvilosidades
d) centríolos

2. Citoplasma

É a parte mais volumosa da célula, onde estão mergulhados os orgânulos citoplasmáticos. É separado do núcleo pela membrana nuclear e limitado externamente pela membrana citoplasmática.

Nos organismos **procariotos** (desprovidos de membrana nuclear), como as algas azuis e bactérias, o citoplasma contém todos os orgânulos celulares.

Sob o ponto de vista físico-químico, o citoplasma é uma solução coloidal (gelatinosa) de água e proteínas. No fluido citoplasmático (o hialoplasma), estão mergulhadas várias estruturas que podemos classificar em **organelas** (ou organóides) e **inclusões citoplasmáticas**.

Denominam-se **organelas** ou **organóides** as estruturas presentes em quase todas as células, sendo, pois, componentes celulares permanentes, por exemplo, os ribossomos, os lisossomos, o complexo de Golgi, os mitocôndrias, os vacúolos etc.

As **inclusões** ou **paraplasma** constituem um grupo de substâncias “inertes” encontradas na matriz citoplasmática, tais como: acúmulos de pigmentos, gorduras, cristais de cálcio etc.

Matriz Citoplasmática — Porção opticamente homogênea do citoplasma que se apresenta constituída por substâncias **inorgânicas** e **orgânicas**.

Substâncias Inorgânicas — A **água** é a substância inorgânica que se encontra em maior quantidade. É essencial à vida e apresenta uma série de funções já descritas anteriormente.

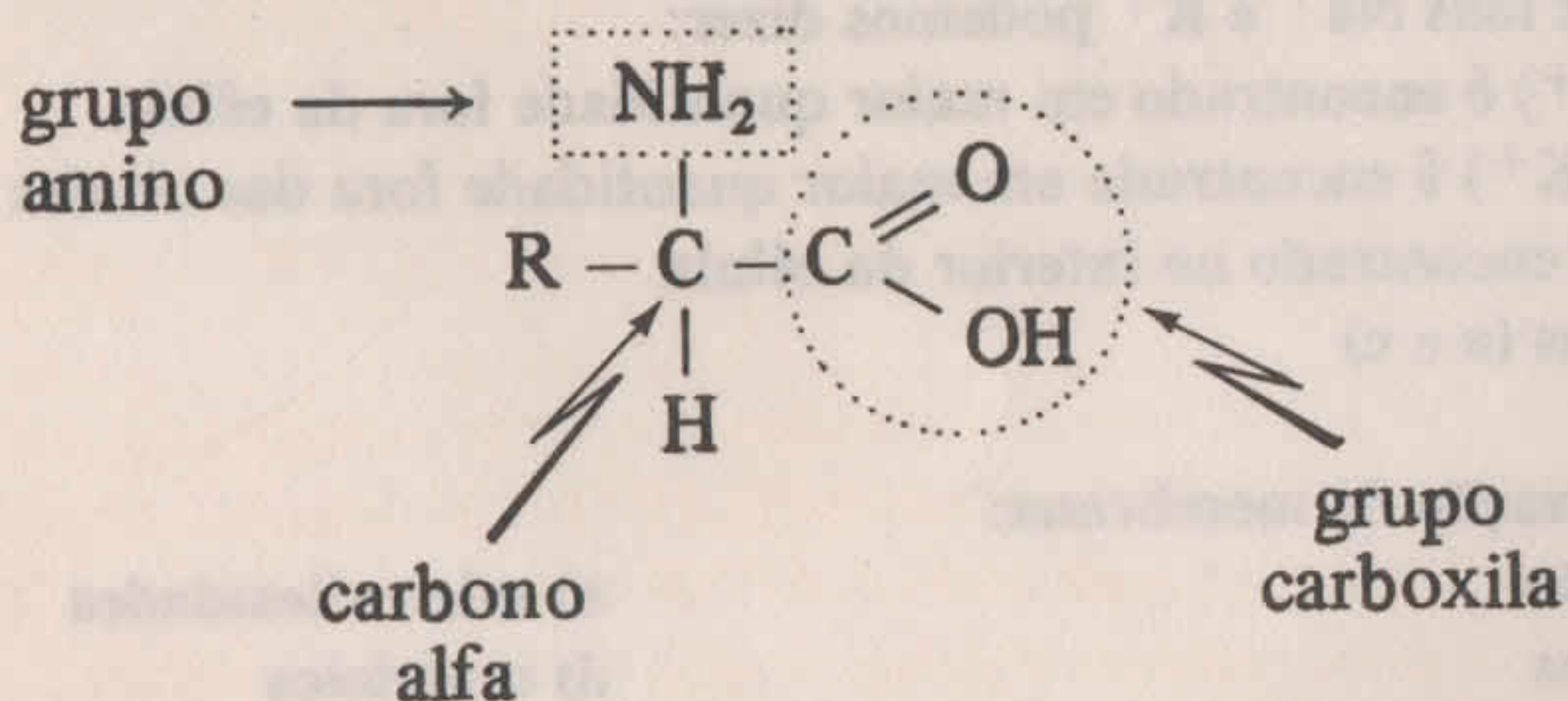
Os **sais minerais** encontram-se na matéria viva dissociados ionicamente e apresentam pelo menos duas importantes funções:

- 1ª) manter o equilíbrio ácido/básico das células
- 2ª) regular a pressão osmótica

A concentração iônica é diferente no meio interno da célula em relação ao seu meio externo, o que determina gradientes osmóticos.

Essas concentrações diferentes de íons mantêm cargas elétricas diferentes nas duas faces da membrana plasmática. A face externa é positiva e a interna, negativa, o que determina uma diferença de potencial (DDP) entre as duas faces.

Substâncias orgânicas — As **proteínas** são formadas no citoplasma pela união de moléculas de aminoácidos.



São substâncias anfóteras, isto é, podem se comportar como **ácido** ou como **base**, dependendo do meio em que se encontram.

As proteínas são macromoléculas (macro = grande) formadas pela associação de muitos aminoácidos. Assim sendo, seu peso molecular vai de 13 000 a alguns bilhões. As ligações químicas entre os aminoácidos são denominadas **ligações peptídicas**.

Os **lípides** (dos quais fazem parte os óleos e as gorduras) constituem outro grupo de compostos orgânicos que, por hidrólise, produzem ácidos graxos e glicerol. São produzidos e utilizados pelos seres vivos, geralmente insolúveis em água e solúveis nos compostos orgânicos.

As **enzimas** são proteínas específicas que atuam como catalisadores orgânicos. São produzidas pelos seres vivos, termolábeis (sofrem influência da temperatura) e agem dentro ou fora da célula.

Não existe um mecanismo geral que explique a ação de todas as **enzimas**. Atualmente, como já vimos, os biólogos admitem a teoria da chave-fechadura. Uma das principais propriedades das enzimas é a **especificidade**, isto é, a enzima reage com um substrato que lhe é próprio, específico. A ação enzimática depende da configuração molecular do substrato e da enzima, o que se explica facilmente pela teoria da chave-fechadura.

Observe os esquemas abaixo:

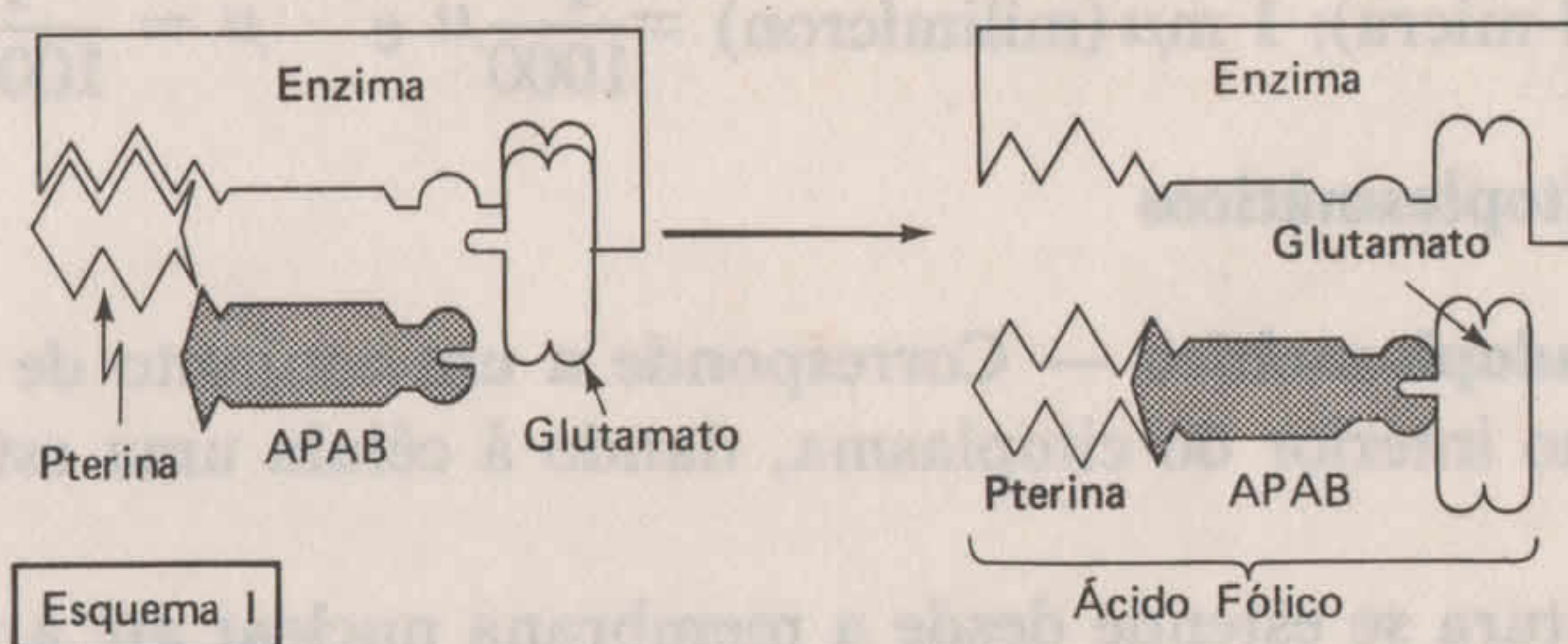


Fig. 2.14 — No esquema I, você pode verificar que o ácido para-aminobenzóico (APAB) é convertido, juntamente com a pterina e o glutamato, em ácido fólico, através de um processo enzimático.

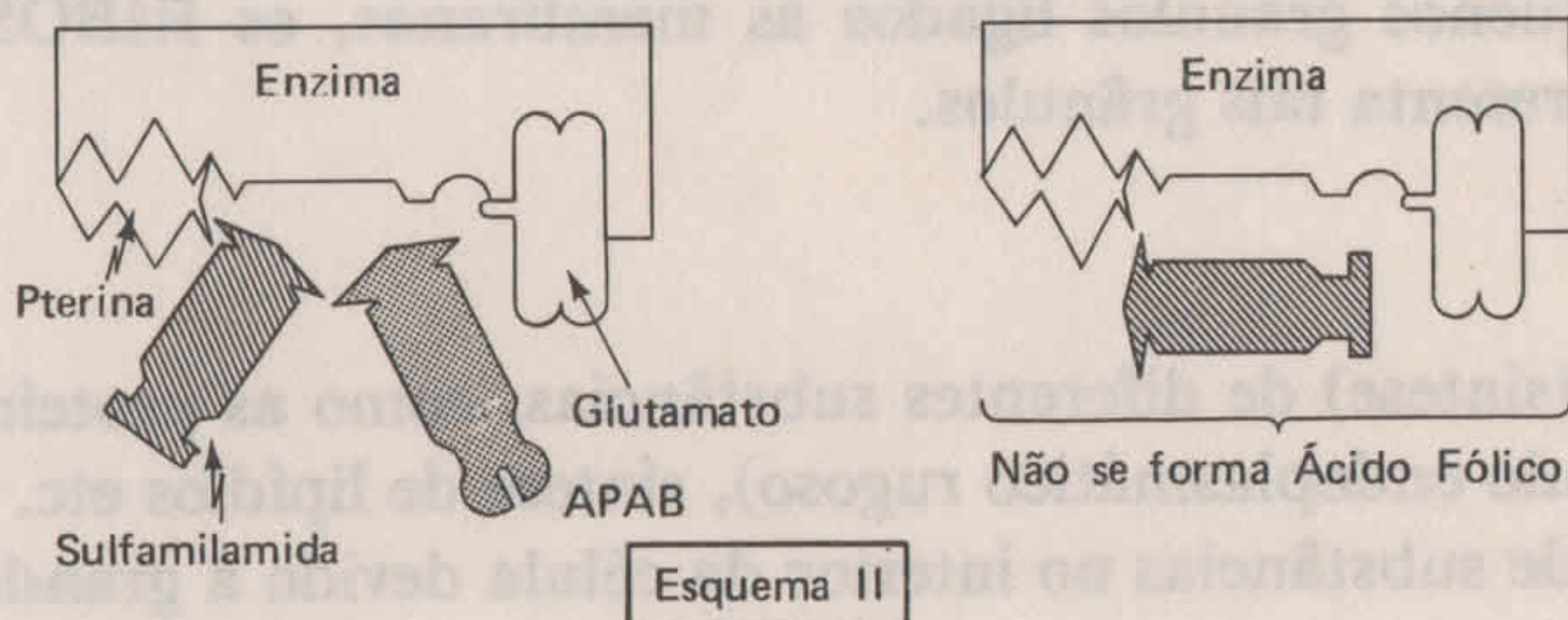


Fig. 2.15 — No esquema II, vemos que a *sulfanilamida* é tão semelhante ao APAB que pode se ajustar à enzima no local normalmente ocupado pelo APAB. Se uma quantidade suficiente de Sulfanilamida for introduzida, praticamente todo o APAB será deslocado para fora da enzima, não se formando ácido fólico. Tal mecanismo é denominado *inibição competitiva*.

O importante é observar que, embora esses dois compostos sejam semelhantes, a enzima pode distinguir entre eles qual a APAB. A sulfanilamida ajusta-se à enzima, mas não ocorre a reação de formação do ácido fólico.

As **vitaminas** são substâncias orgânicas também encontradas no hialoplasma e, ainda que em pequenas quantidades, são indispensáveis ao organismo. São também termolábeis e oxidáveis. As vitaminas, por participarem do metabolismo celular, quando em falta no organismo, determinam vários transtornos, que oportunamente serão vistos.

Os **ácidos nucléicos** constituem um grupo importante de substâncias orgânicas. São formadas por unidades chamadas nucleotídeos. Cada nucleotídeo é formado pela associação de uma molécula de **ácido ortofosfórico**, uma molécula de **um açúcar de 5 átomos de carbono** (pentose) e uma **base nitrogenada**. Os dois ácidos nucléicos fundamentais são o ADN (ácido desoxirribonucleico) e o ARN (ácido ribonucleico), cujas constituições específicas e funções serão descritas posteriormente.

Estado Coloidal do Citoplasma — Sob o ponto de vista físico-químico, o citoplasma apresenta-se como um sistema coloidal. Colóide é um sistema, que compreende uma **fase dispersante** (sólida, líquida ou gasosa) e uma **fase dispersa** formada por partículas chamadas micelas, que podem ser íons, moléculas, agregados de íons ou de moléculas e cujo diâmetro varia de 1 a 100μ [μ = micron (plural-micra); $1\text{ m}\mu$ (milimícron) = $\frac{1}{1000}\mu$ e $\mu = \frac{1}{1000}\text{ mm}$]

Organóides Citoplasmáticos

a) **Retículo Endoplasmático** — Corresponde a um conjunto de cavidades encontradas no interior do citoplasma, dando à célula uma estrutura esponjosa.

Tal estrutura se estende desde a membrana nuclear até a membrana citoplasmática, delimitando entre ambos um sistema de cavidades e canalículos que corresponde ao retículo endoplasmático (RE). As membranas que constituem o RE são de dois tipos: rugosas e lisas. O **RE rugoso** tem esse nome por apresentar pequenos grânulos ligados às membranas, os **RIBOSSOMOS**. O **RE liso** não apresenta tais grânulos.

Funções

1. Fabricação (síntese) de diferentes substâncias, como as proteínas (produzidas no retículo endoplasmático rugoso), síntese de lipídios etc.
2. Transporte de substâncias no interior da célula devido à grande rede de canalículos.
3. Armazenamento de substâncias que, vindas do meio exterior ou produzidas no interior da própria célula, podem ser estocadas no interior de bolsas do RE.

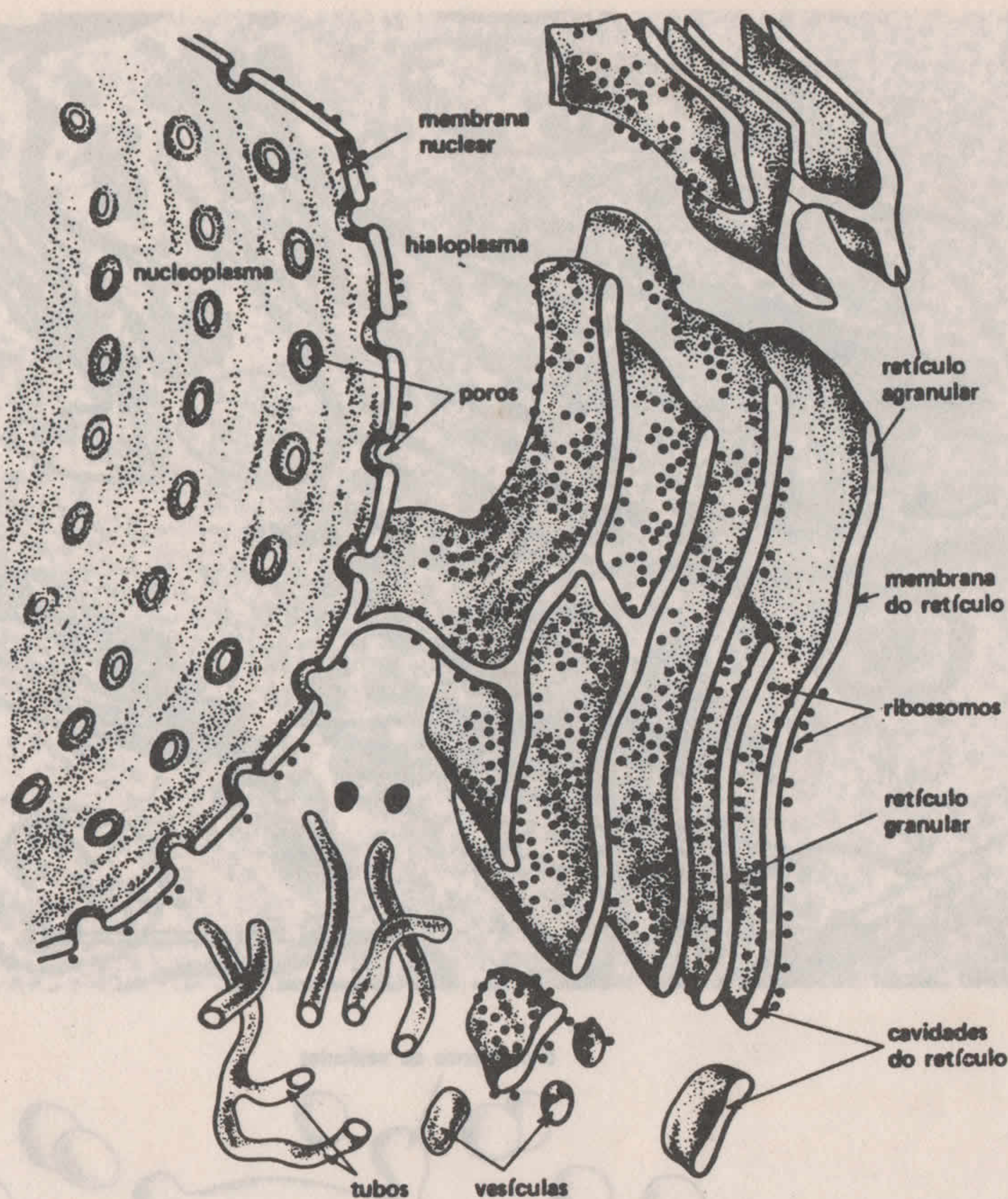


Fig. 2.16 — Esquema mostrando parte da carioteca a esquerda, e diferentes aspectos do retículo endoplasmático (segundo Berkaloﬀ e col.).

b) Complexo de Golgi — É constituído por um conjunto de cavidades achatadas, formando bolsas delimitadas por membranas.

O complexo de Golgi foi observado pela primeira vez em 1898 pelo italiano Camillo Golgi.

Golgi notou que, ao corar células com corantes contendo prata ou ósmio, esses metais se agregavam a certas regiões da célula. Após a invenção do microscópio eletrônico, pôde-se observar, detalhadamente, a estrutura do complexo de Golgi, que ganhou este nome em homenagem a seu descobridor.

Em certos tipos de células, o **complexo de Golgi** tem o aspecto de pequenas vesículas isoladas, denominadas **dictiossomos**, que pode ser observado principalmente nas células vegetais.

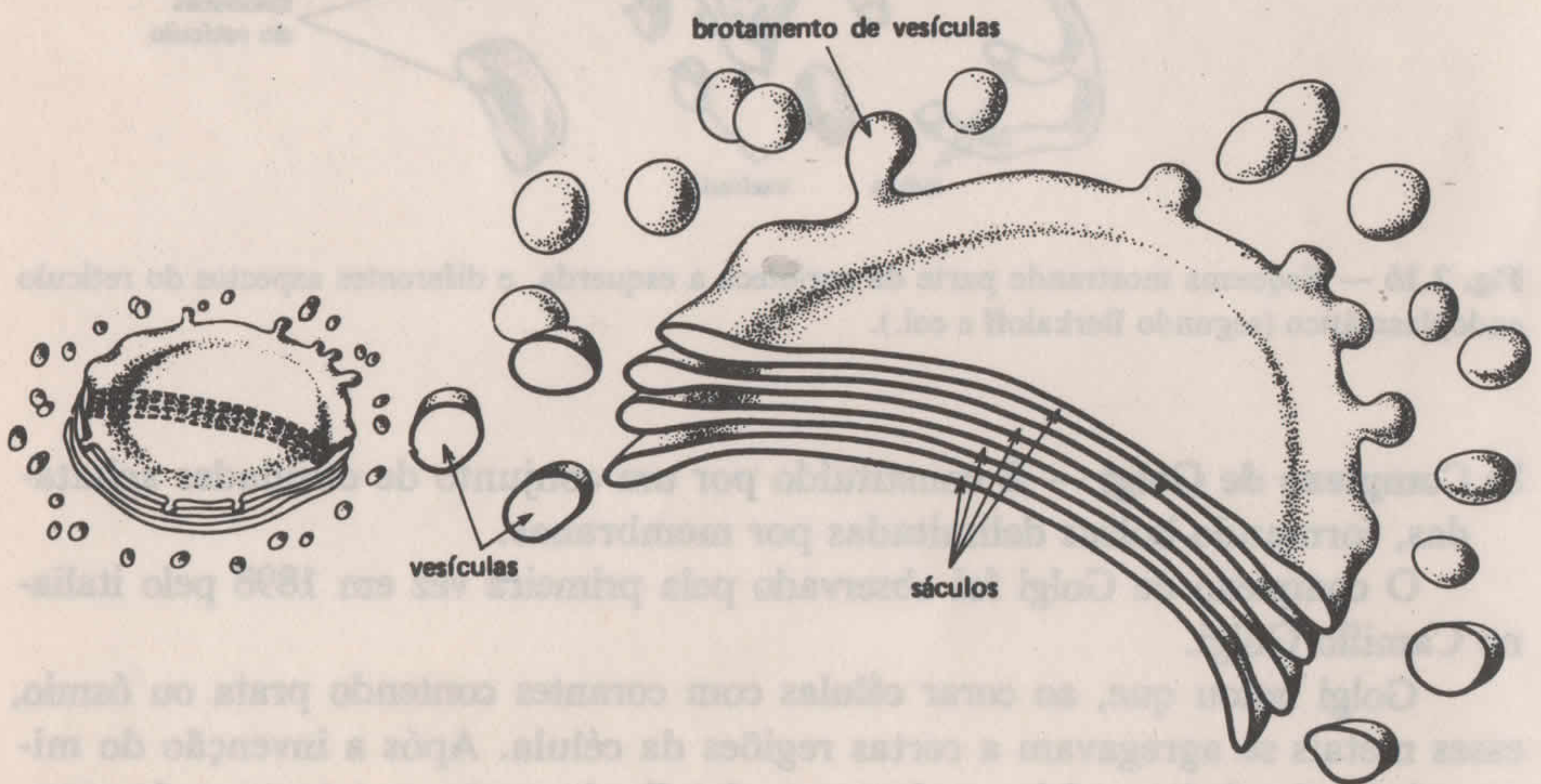


Fig. 2.17 — Complexo de Golgi:

A) Fotografia ao microscópio eletrônico de um corte de uma célula mostrando as bolsas do complexo de Golgi (segundo Mollenhaver e Col). D = dictiossomos, ve = vesículas.

B) Esquema tridimensional de um conjunto de bolsas do complexo de Golgi (dictiossomos), (segundo Buvat).

Nos animais vertebrados, ocupa geralmente uma região constante no citoplasma de células do mesmo tipo.

Funções — As funções do Complexo de Golgi, ainda não completamente conhecidas, compreendem:

1. Armazenamento das secreções celulares. As substâncias não permaneceriam no interior dos sáculos, mas passariam para as vesículas que brotam na sua periferia. Tais vesículas constituem os grãos de secreção que podem permanecer na célula ou ser eliminados, agindo, desta forma, no processo de secreção celular.
2. Síntese de polissacarídeos e de mucopolissacarídeos.
3. Formação do acrossomo dos espermatozóides (células reprodutoras masculinas).

c) **Lisossomos** — São pequenas vesículas que se apresentam envolvidas por uma membrana lipoprotéica que separa o seu conteúdo do citoplasma. No interior dessas vesículas encontramos um poderoso suco digestivo, onde aparecem cerca de 12 enzimas digestivas diferentes, capazes de atuar na digestão (decomposição) das proteínas, glícides, lípides, ADN, ARN etc.

São os menores e mais densos orgânulos celulares e ocorrem em maior quantidade em células que exercem fagocitose, como os protozoários (animais unicelulares); glóbulos brancos do sangue (que fagocitam bactérias) etc.

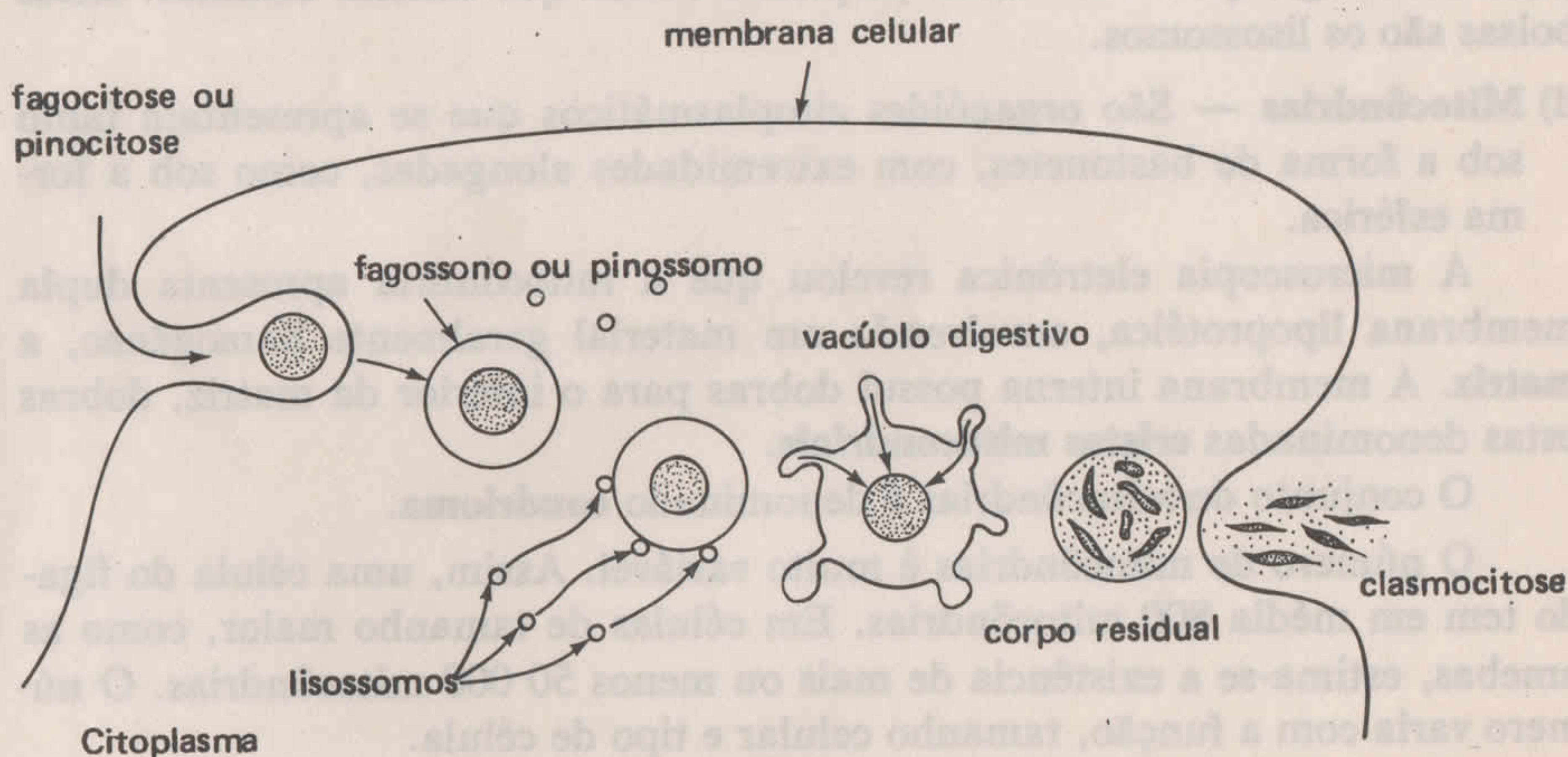


Fig. 2.18 — Esquema do processo digestivo intracelular.

Funções

1. A principal função dos lisossomos relaciona-se com o processo da digestão intracelular de materiais exógenos (isto é, que vêm de fora da célula). Esta função dos lisossomos é a chamada função **heterofágica**.
2. Também se relacionam com a digestão de partes da própria célula (material endógeno); é a chamada função **autofágica** dos lisossomos.

No 1º caso (relativo à função heterofágica), os alimentos são englobados por fagocitose ou pinocitose, formando-se no citoplasma um vacúolo que contém o alimento. Este vacúolo é chamado de fagossomo (no caso de fagocitose) ou de pinossomo (no caso de pinocitose) e se funde com os lisossomos. As enzimas contidas nos lisossomos começam a digerir o alimento; após a digestão, as moléculas complexas que constituíam o alimento são transformadas em moléculas mais simples, as quais saem do vacúolo, indo para o líquido citoplasmático. Este vacúolo, em cujo interior restam os resíduos alimentares, é denominado corpo ou vacúolo residual. Os corpos residuais serão eliminados por **clasmocitose** (ou defecação celular) — figura anterior.

No 2º caso, **função autofágica**, observa-se que determinadas áreas citoplasmáticas apresentam diversos estágios de degradação. Estas regiões são delimitadas por membranas lipoprotéicas e contêm partes da célula (por ex.: retículo endoplasmático etc.). Tais bolsas, posteriormente, se fundem aos lisossomos, formando o **vacúolo autofágico**, no qual ocorre a digestão das próprias partes da célula.

Admite-se que os lisossomos surjam na célula a partir do Complexo de Golgi. As enzimas aí contidas são fabricadas no RE rugoso, indo para o Complexo de Golgi, que libera então pequenas bolsas que contêm enzimas. Essas bolsas são os lisossomos.

d) **Mitocôndrias** — São organóides citoplasmáticos que se apresentam tanto sob a forma de bastonetes, com extremidades alongadas, como sob a forma esférica.

A microscopia eletrônica revelou que a mitocôndria apresenta dupla membrana lipoprotéica, envolvendo um material geralmente homogêneo, a **matriz**. A membrana interna possui dobras para o interior da matriz, dobras estas denominadas **cristas mitocondriais**.

O conjunto de mitocôndrias é denominado **condrioma**.

O número de mitocôndrias é muito variável. Assim, uma célula do fígado tem em média 800 mitocôndrias. Em células de tamanho maior, como as amebas, estima-se a existência de mais ou menos 50 000 mitocôndrias. O número varia com a função, tamanho celular e tipo de célula.

Observações recentes assinalam que as mitocôndrias contêm DNA, RNA e partículas de **ribonucleoproteínas** equivalentes aos ribossomos do hialoplas-

ma. Esses resultados fazem a mitocôndria aparecer como um orgânulo dotado de autonomia no interior da célula e possuidor de um equipamento próprio para realizar determinadas sínteses protéicas.

É importante lembrarmos que, quando uma célula se divide, o número de mitocôndrias é uniformemente distribuído para as células — filhas e que, no período de crescimento da célula, o número de mitocôndrias aumenta por duplicações das mitocôndrias preexistentes.

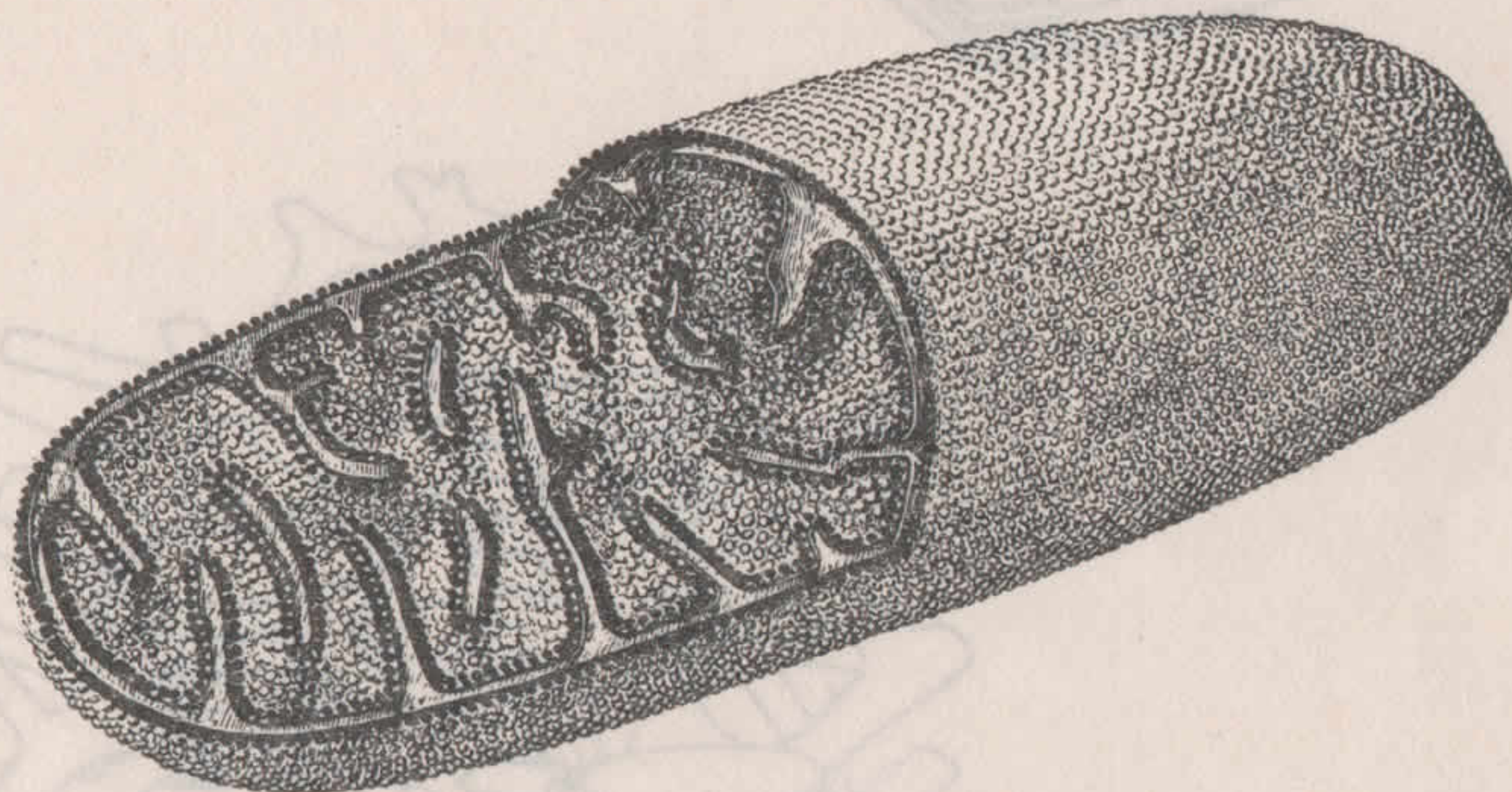


Fig. 2.19 — Desenho mostrando a parte externa e a estruturação interna da mitocôndria.

Função — A função das mitocôndrias é fornecer energia para a célula através da **respiração celular**, que será vista nas funções energéticas dos seres vivos.

Podemos dizer que a mitocôndria corresponde à “usina energética” da célula.

e) **Plastos** — São orgânulos encontrados somente nas células vegetais. Tais orgânulos, vistos ao microscópio eletrônico, mostram externamente uma parede formada por membrana dupla de constituição lipoprotéica, que envolve um **estroma** (massa líquida) constituído por proteínas, enzimas e um sistema de membranas chamadas **lamela**. Estas membranas que se dispõem paralelamente ao eixo maior do cloroplasto apresentam, de região em região, dilatações circulares que se superpõem formando pilhas, como se fossem “**pilhas de moeda**”.

No interior destes orgânulos, pode haver acúmulo de diversas substâncias. Conforme a natureza química de tais substâncias, os plastos são denominados **amiloplastos**, **oleoplastos** ou **proteoplastos** conforme apresentem, respectivamente, amido, lipídios ou proteínas. Tais plastos recebem a denominação geral de **LEUCOPLASTOS** (plastos incolores). Outros plastos, devido aos pigmentos coloridos, são denominados **cromoplastos**.

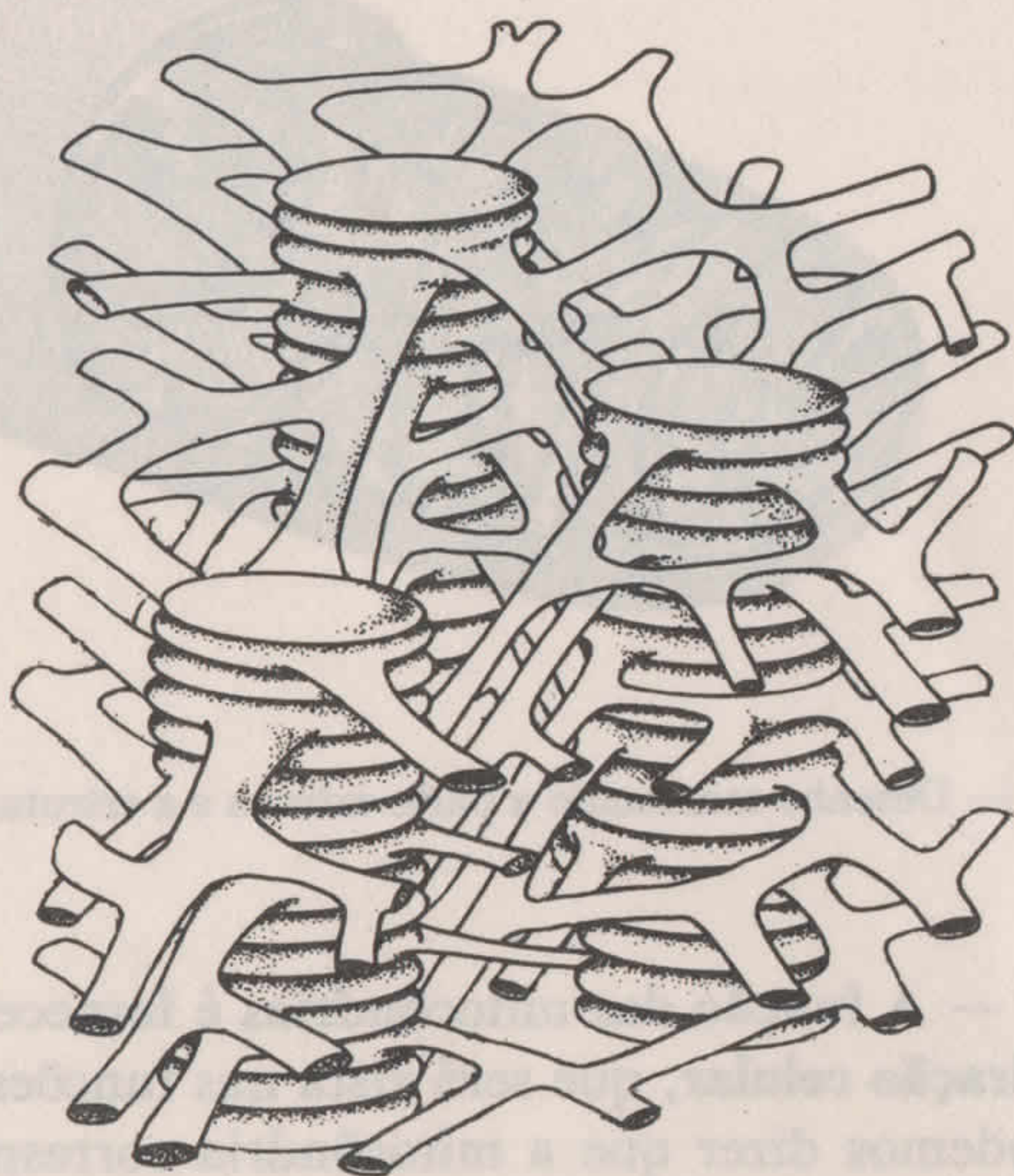
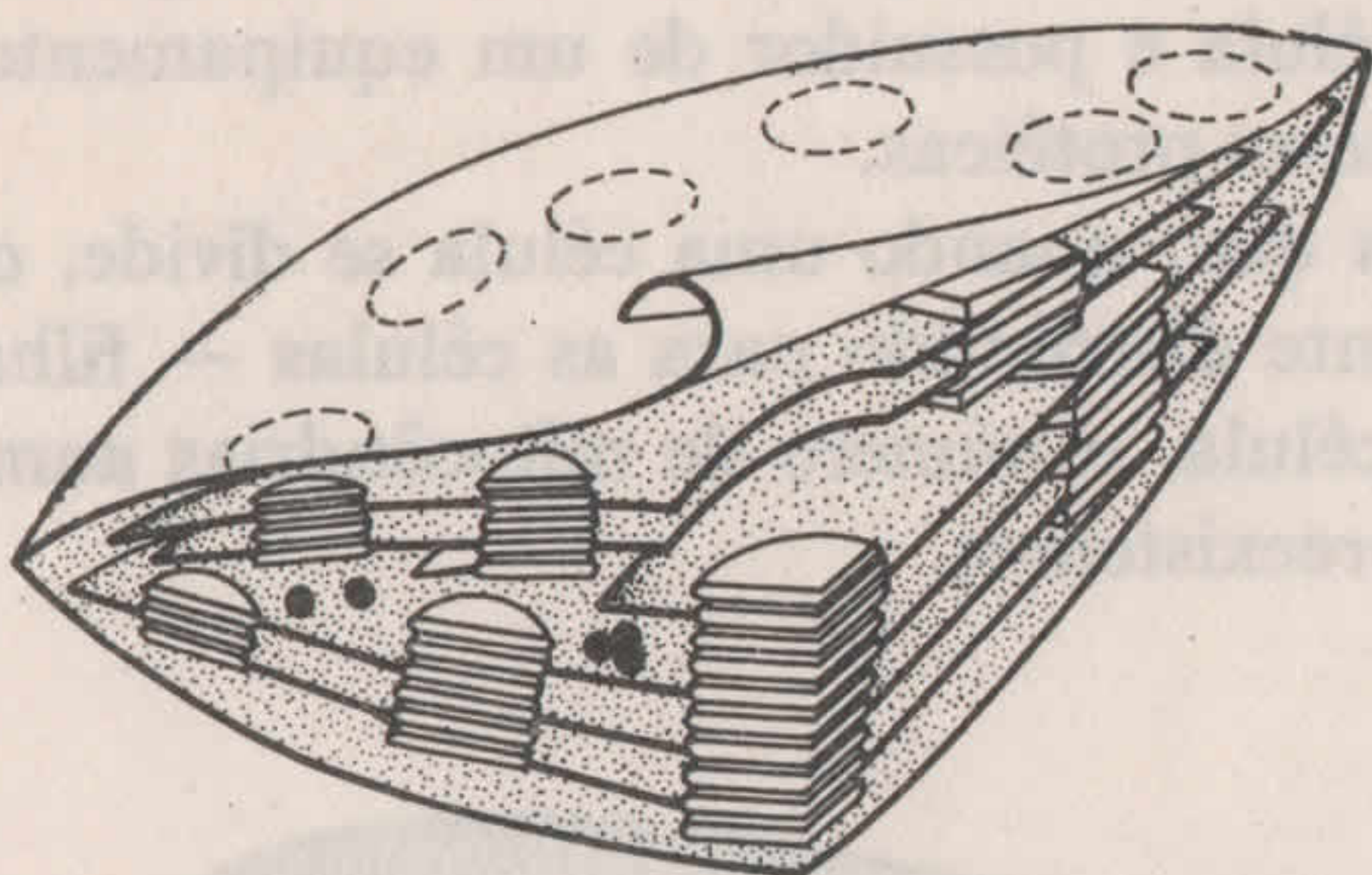


Fig. 2.20 — Cloroplasto para certos autores, a “pilha de moedas” recebe o nome de *granum*; cada “moeda” é denominada *tilacóide* e o conjunto de *granum* do cloroplasto constitui a *grana*.

Para outros autores, a “pilha de moedas” recebe o nome de *grana* e cada “moeda”, de *granum*.

Dos **cromoplastos**, os mais importantes são os **cloroplastos** que apresentam um pigmento verde denominado **clorofila**.

Os **xantoplastos** apresentam pigmento amarelo (Xantofila) e os **eritroplastos**, pigmento vermelho.

No interior dos plastos encontramos os pigmentos relacionados com as reações de aproveitamento da energia solar e enzimas relacionadas com a utilização do CO_2 (gás carbônico).

Os pigmentos são encontrados nas dilatações da membrana, enquanto que as enzimas se localizam no estroma.

Em geral, os cloroplastos apresentam-se sob a forma de discos com 1 a 2 de espessura e 3 a 10 de diâmetro. Em certas algas verdes filamentosas ou unicelulares, encontramos plastos de diferentes formas (fitas espiraladas, estrelados ou em forma de taça).

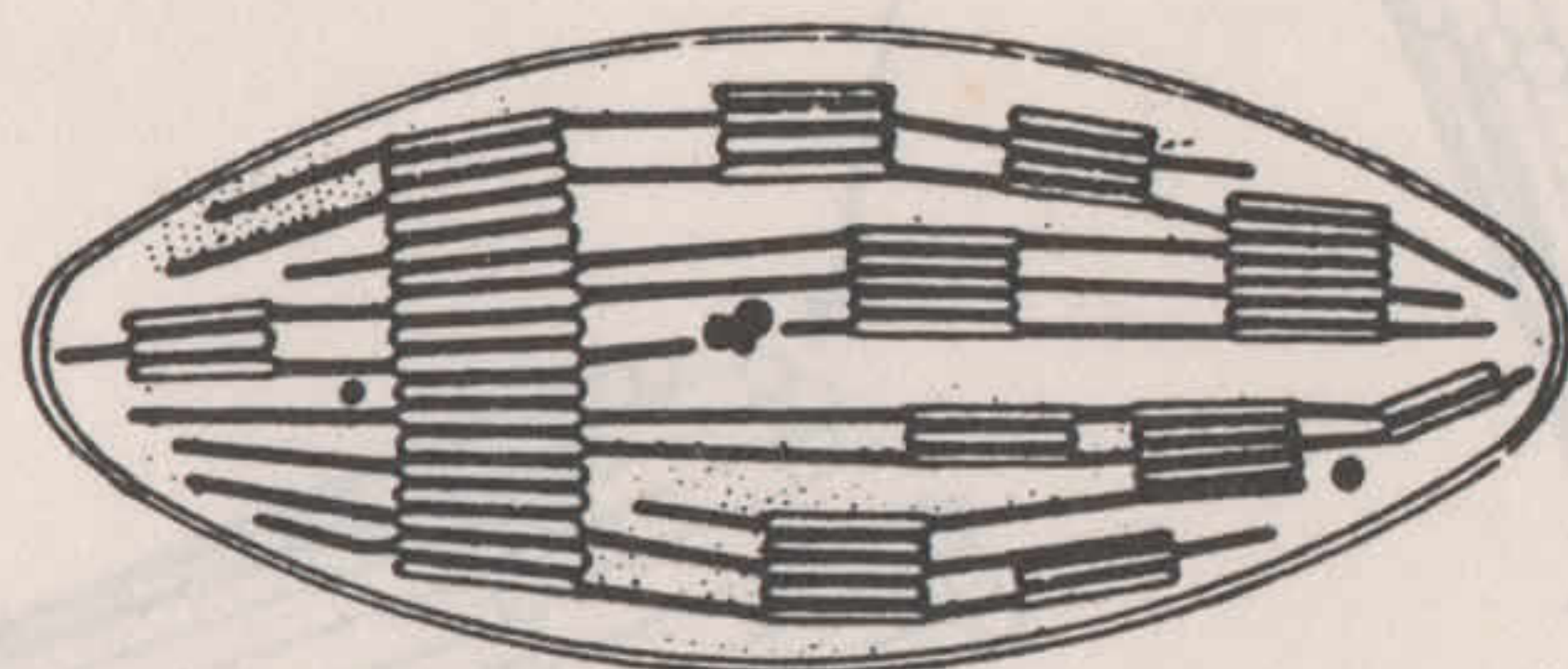


Fig. 2.21 — Cloroplasto

O número de cloroplastos encontrado no hialoplasma é variável conforme o tipo de célula e organismo considerado. Em média, encontramos mais ou menos 50 cloroplastos por célula, embora algumas algas unicelulares apresentem um único ou dois cloroplastos apenas.

Observações de células vegetais jovens ao microscópio evidenciaram que os cloroplastos se originam a partir de pequenas vesículas arredondadas denominadas **proplastos**. A análise química dos cloroplastos isolados evidencia que eles possuem seu próprio ADN e ARN e, portanto, certa autonomia, o que determina sua duplicação.

Função — Por apresentarem os pigmentos fotossintetizadores, estão relacionadas com captação de energia e síntese dos compostos orgânicos (fotossíntese). Alguns plastos, entretanto, não têm pigmentos fotossintetizantes, sendo especializados no armazenamento de amido.

f) **Centríolos** — Os centríolos (ou centro celular) são orgânulos citoplasmáticos que se apresentam com o aspecto de pequenos bastonetes e se dispõem, em geral, perto do núcleo; cada célula apresenta em geral um par de centríolos dispostos perpendicularmente um ao outro, formando um **DIPLOSSOMO**. Cada centríolo, por sua vez, é formado de nove grupos de três túbulos. Os novos centríolos se formam sempre a partir de centríolos preexistentes.

São encontrados em todas as células, com exceção dos vegetais superiores e dos procariotos. Em certas células, os centríolos podem estar presentes em grandes quantidades e freqüentemente situados perto da superfície celular, estando relacionados com os cílios e flagelos.

Funções — Os centríolos executam papel importante na organização de estruturas relacionadas com certos movimentos celulares. Assim:

1. Participam das divisões celulares.
2. Participam diretamente da formação de cílios e flagelos.

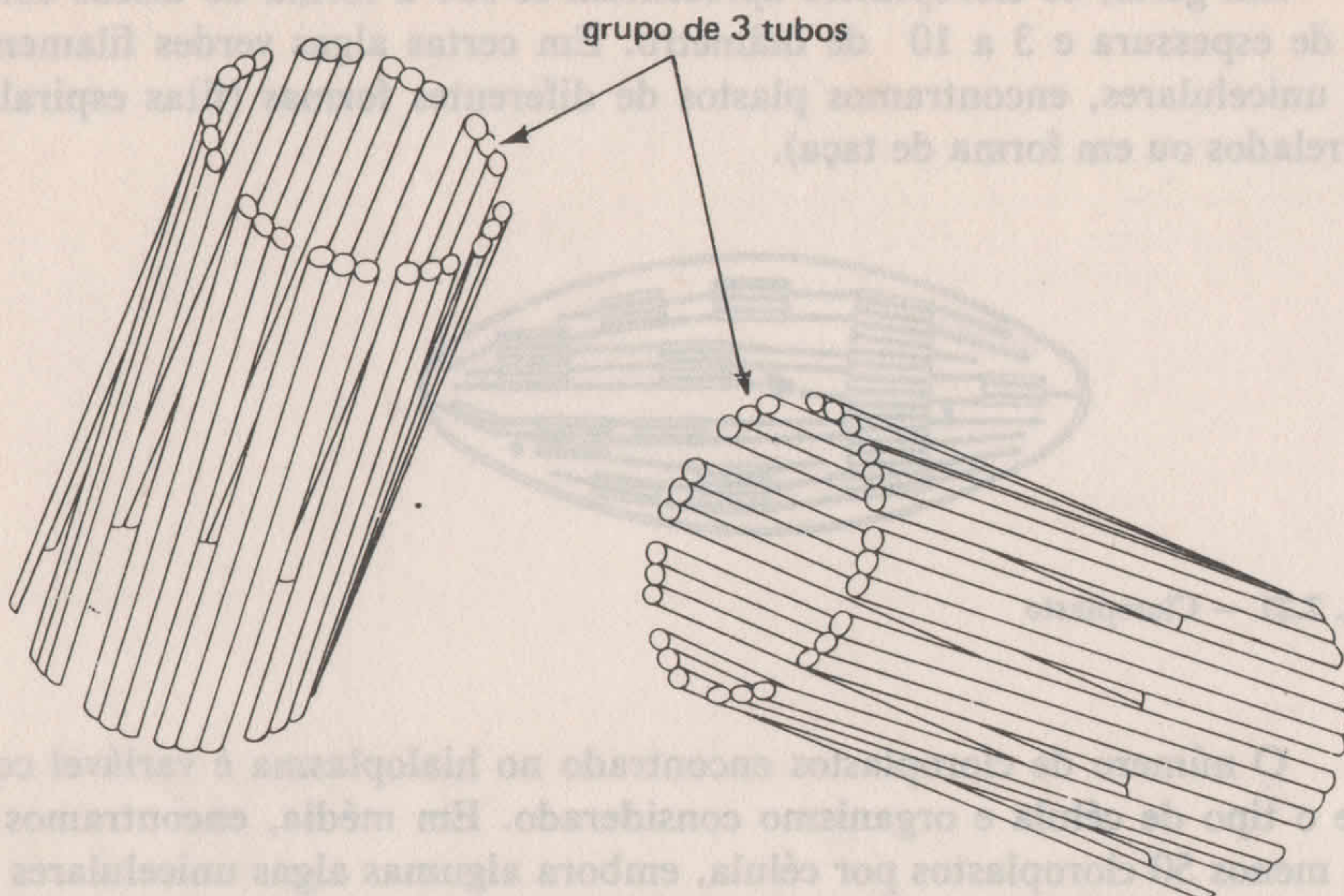


Fig. 2.22 — Esquema tridimensional de um centríolo (segundo André). Compare esta figura com a figura 2.23.

Nota:

Cílios e Flagelos — São estruturas encontradas na superfície da membrana celular de determinados animais cuja principal função é o movimento celular (locomoção). Originam-se a partir do centríolo e apresentam-se formadas por nove conjuntos de túbulos dispostos cilindricamente e mais dois túbulos centrais. Podemos dizer simplesmente que são expansões da membrana, provocadas pelo crescimento dos túbulos dos centríolos.

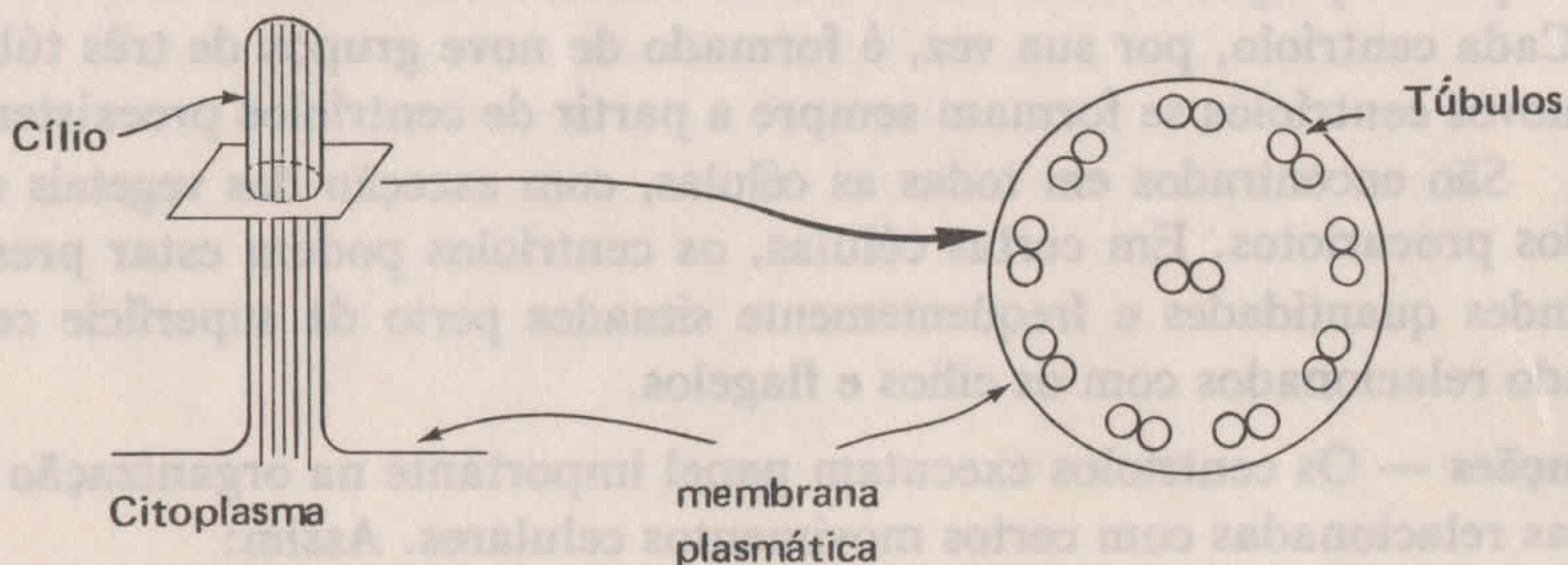


Fig. 2.23 — Esquema longitudinal e transversal do cílio.

g) **Ribossomos** — São estruturas citoplasmáticas encontradas em todas as células. Podem ser encontrados livres no citoplasma ou presos às membranas do retículo endoplasmático.

Os ribossomos, quando livres, podem apresentar-se isolados ou em rosários de 5 a 40 ribossomos que constituem agrupamentos denominados **POLISSOMOS** (polirribossomos).

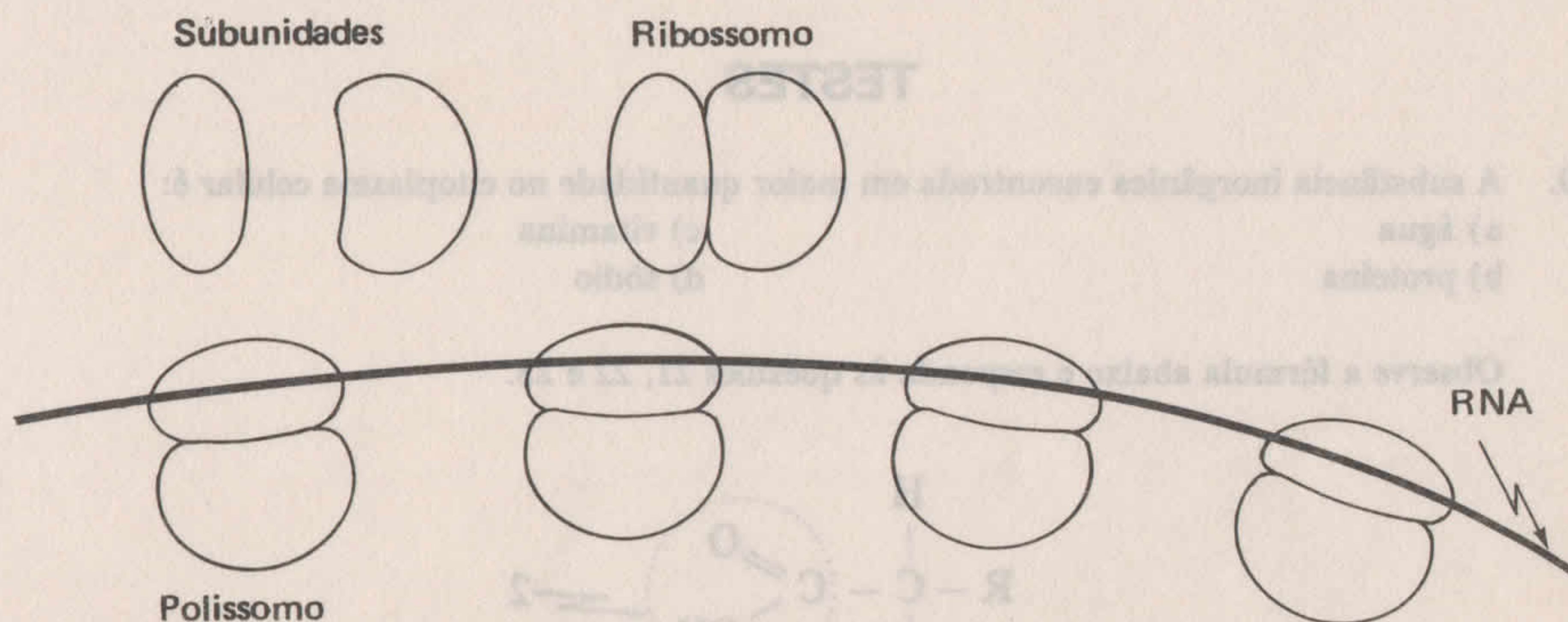


Fig.-2.24 — Diagrama do ribossomo e polirribossomo.

Funções — São orgânulos que participam da síntese das proteínas.

Origem — São sintetizados ao nível de uma região particular de certos cromossomos (encontrados no núcleo) chamada organizador nucleolar, no qual se edifica o nucléolo.

h) **Vacúolos** — São pequenas vesículas, por vezes enormes (principalmente nas células vegetais), que se apresentam cheias de um líquido conhecido como **suco vacuolar**. Nas células vegetais “jovens” são numerosas, mas, à medida que as células se diferenciam, há tendência para a junção destes pequenos vacúolos, formando um enorme vacúolo que ocupa a posição central.

Apresentam várias funções: nas células vegetais estão relacionados com acúmulos de substâncias de reservas e manutenção do equilíbrio osmótico. Como o suco vacuolar tem uma certa composição, tal solução apresenta uma determinada concentração e desenvolve uma pressão osmótica que é responsável pelo equilíbrio osmótico da célula vegetal.

Portanto, como funções dos vacúolos das células vegetais podemos citar:

1. Acúmulo de substâncias de reservas.
2. Manutenção do equilíbrio osmótico.

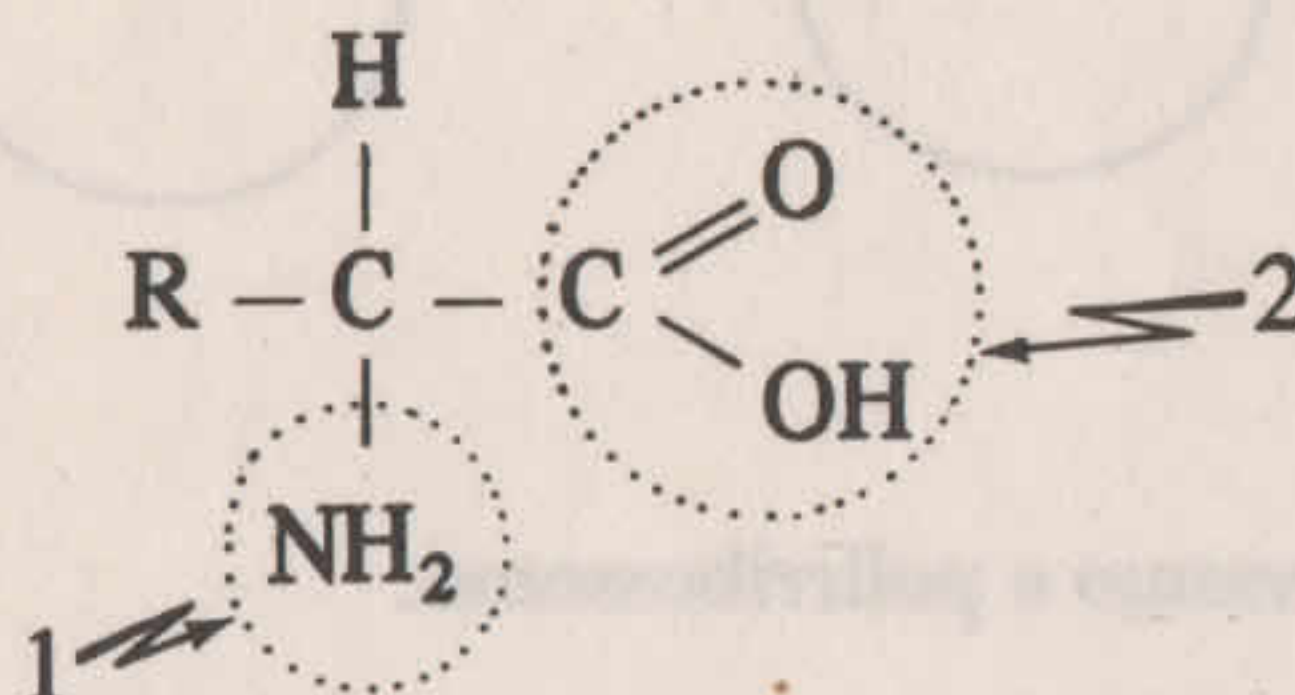
O vacúolo acha-se delimitado por uma membrana semipermeável, de constituição lipoprotéica denominado **tonoplasto**.

Nota: em algumas células animais, encontramos vacúolos digestivos resultantes da união de lisossomos com fagossomos. Os protozoários apresentam vários desses vacúolos. Nos protozoários, podemos encontrar vacúolos especializados na regulação da quantidade de água na célula, vacúolos estes capazes de contração, que expulsam excessos de água do citoplasma para o exterior. São os vacúolos **contráteis** ou **pulsáteis**.

TESTES

20. A substância inorgânica encontrada em maior quantidade no citoplasma celular é:
- a) água
 - b) proteína
 - c) vitamina
 - d) sódio

Observe a fórmula abaixo e responda às questões 21, 22 e 23.



21. A fórmula acima representa um:
- a) aminoácido
 - b) proteína
 - c) gordura
 - d) enzima
22. A seta 1 representa o grupo:
- a) carboxila
 - b) álcool
 - c) amina
 - d) n.d.a.
23. A seta 2 representa o grupo:
- a) cetona
 - b) carboxila
 - c) as alternativas 1 e 2 são corretas
 - d) amina
24. O citoplasma celular sob o ponto de vista físico-químico se apresenta como um sistema:
- a) coloidal (gelatinoso)
 - b) heterogêneo gasoso
 - c) líquido
 - d) n.d.a.
25. O conjunto de membranas lisas ou associadas a ribossomos presentes no citoplasma das células e formando um sistema de tubos e canais corresponde ao:
- a) complexo de Golgi
 - b) retículo endoplasmático
 - c) núcleo
 - d) vacúolo

Associe:

- | | |
|------------------------------|-----------------------|
| 26. Fotossíntese () | a — mitocôndrias |
| 27. Respiração celular () | b — ribossomos |
| 28. Síntese de proteínas () | c — Complexo de Golgi |
| 29. Secreção celular () | d — plastos |
30. O processo de obtenção de energia denominado respiração celular ocorre:
- | | |
|-----------------|---------------------|
| a) nos plastos | c) nas mitocôndrias |
| b) na clorofila | d) nos centríolos |
31. Assinale a afirmativa **errada**:
- a) Os lisossomos relacionam-se com digestão intracelular.
 - b) A conversão de energia luminosa em energia química pelos vegetais ocorre no interior dos plastos.
 - c) A clorofila está localizada no interior dos plastos.
 - d) Plastos é o nome dado às mitocôndrias vegetais.

Associe:

- | | |
|---|-----------------------------|
| 32. Dictiossomo () | a — membrana plasmática |
| 33. Sistema vacuolar citoplasmático () | b — mitocôndrias |
| 34. Plasmalema () | c — Complexo de Golgi |
| 35. Condrioma () | d — retículo endoplasmático |
36. O centríolo celular relaciona-se a:
- | | |
|----------------------------|---------------------------------------|
| a) fornecimento de energia | c) divisão celular |
| b) cílios e flagelos | d) as alternativas b e c são corretas |

3. Núcleo

Núcleo: ocupa geralmente a porção central da célula, estando presente na maioria delas. Algumas células apresentam dois ou mais núcleos. Sua forma geralmente é esférica, existindo, entretanto, núcleos com formas variadas.

O núcleo celular foi descoberto em 1833 por Brown. Pode ser observado quando a célula não está se dividindo, recebendo, nessa ocasião, o nome de **núcleo interfásico** ou **metabólico**.

Existe uma relação, em todas as células, entre o **volume citoplasmático** e o volume nuclear. É a relação núcleo-plasmática (RNP), que se mantém constante para cada célula, mesmo nas células multinucleadas (com vários núcleos).

O núcleo apresenta uma membrana denominada **carioteca**, que envolve o **suco nuclear** ou **carioplasma**. Tal membrana é dupla e tem continuidade com as membranas do RE. Sua constituição química é semelhante à membrana plasmática (lipoprotéica). A membrana nuclear apresenta-se continuamente interrompida por **poros** que permitem intercâmbio de substâncias entre o núcleo e o citoplasma.

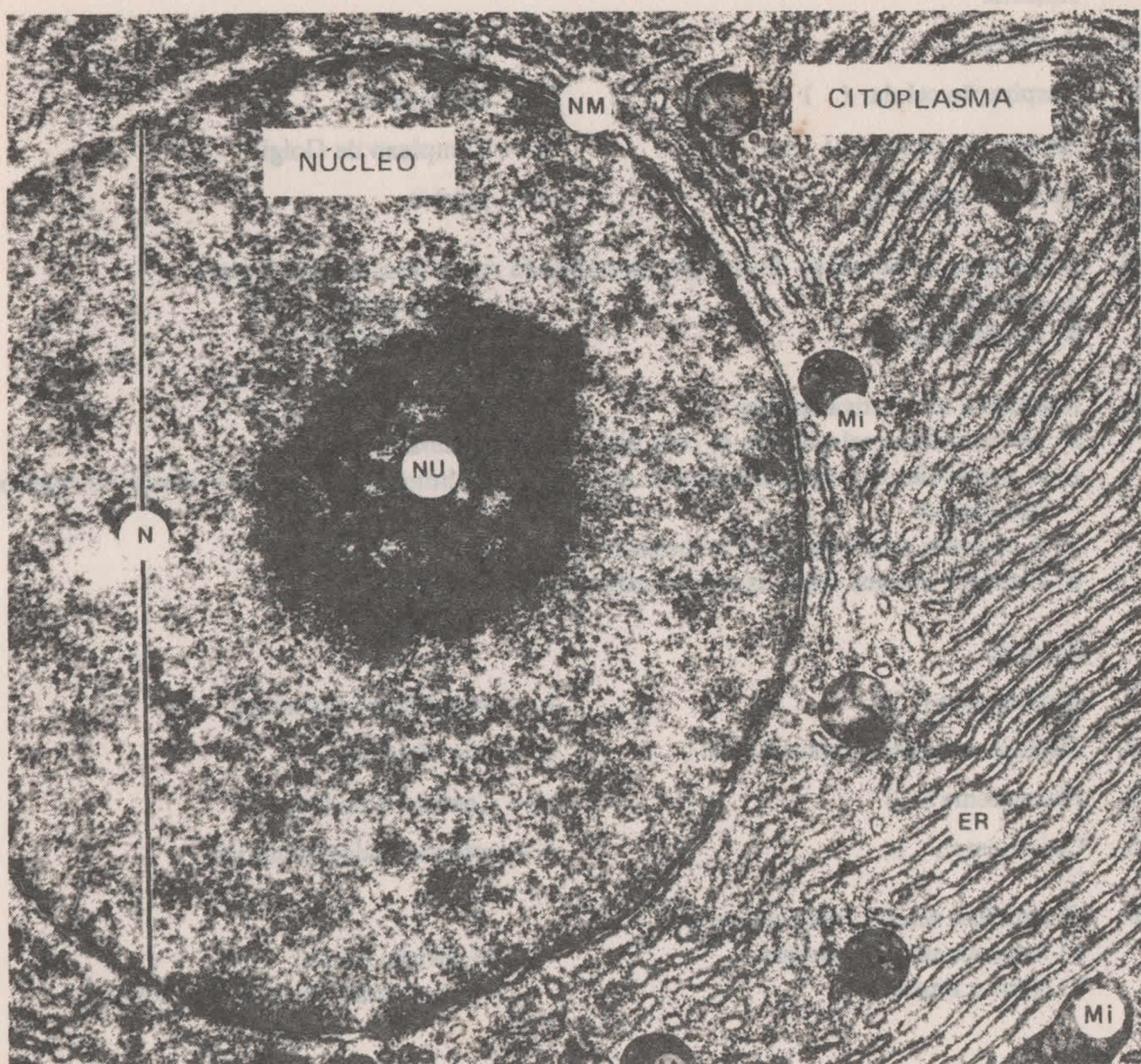


Fig. 2.25 — a) Fotografia ao microscópio eletrônico de parte de uma célula em *intérfase* (segundo Jensen e Park).

No interior do núcleo, encontramos uma substância fluida, conhecida como suco nuclear. Mergulhados no suco nuclear encontram-se um material filamentososo, a **cromatina**, e massas mais densas, em número de um, dois ou mais, chamadas **nucléolos**.

A **cromatina nuclear** corresponde aos filamentos e grumos, facilmente coráveis, que se observam no interior do núcleo. Os filamentos são constituídos quimicamente por **nucleoproteínas** formadas, principalmente, por ADN (ácido desoxirribonucléico) e proteínas básicas (histonas). Tais filamentos formam os **cromossomos**, que são filamentos longos espiralados de cromatina nuclear e que se tornam bem visíveis durante a divisão celular.

O conjunto de características referentes aos cromossomos de um indivíduo (número, forma, tamanho etc.) chama-se **cariótipo**.

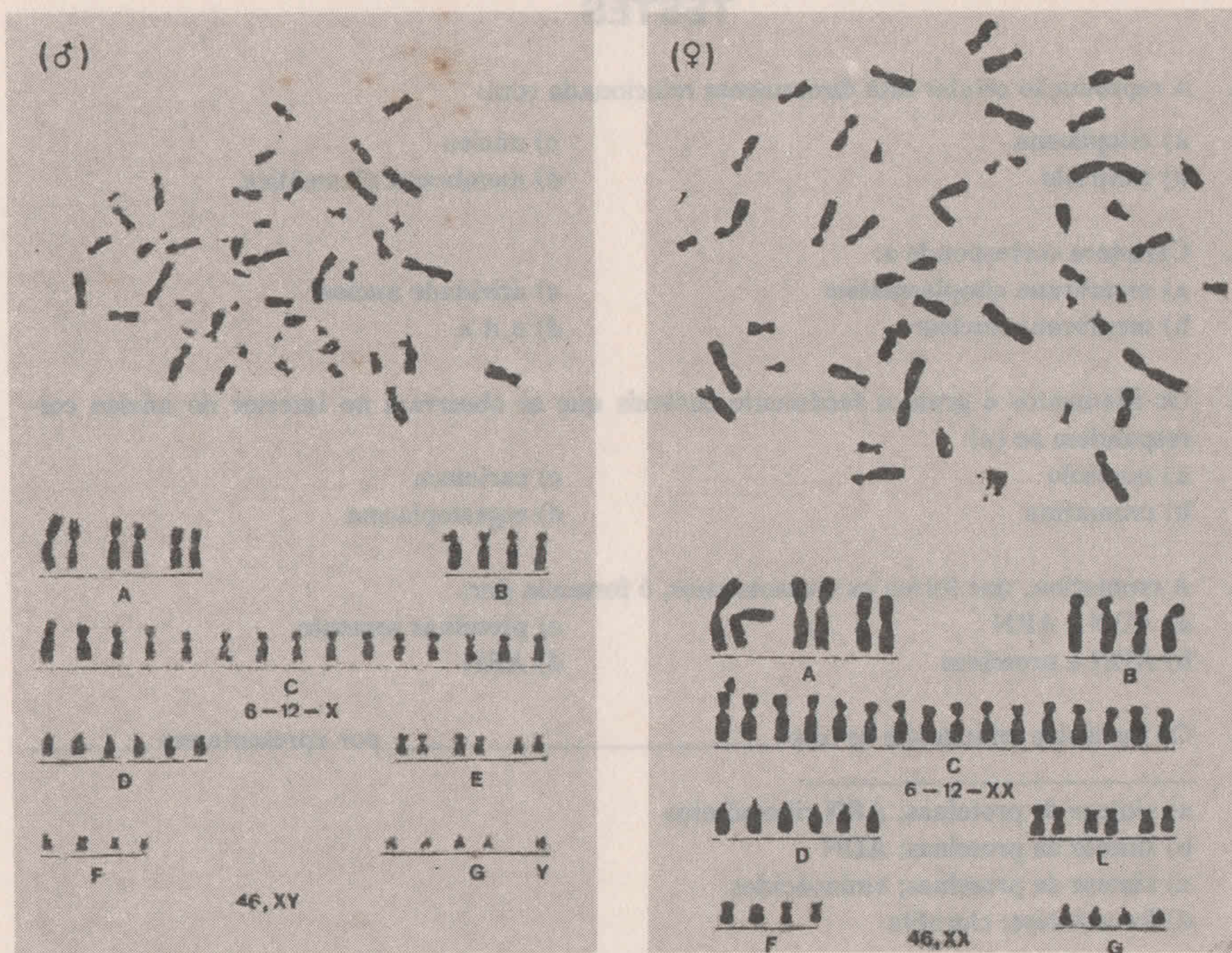


Fig. 2.26 — Cariótipos de homem e mulher normais.

Os nucléolos são formações nucleares que se apresentam como massas aproximadamente esféricas, ricas em proteínas e RNA, contendo também pequena quantidade de DNA e outras substâncias.

São formados por uma região especial do **cromossomo organizador do nucléolo**. Quando a célula se encontra em divisão, os nucléolos desaparecem; portanto, somente os encontramos em células que não se acham em divisão.

A microscopia eletrônica revela que o nucléolo se apresenta constituído por uma porção **filamentosa**, o NUCLEOLEMA, e por uma porção **amorfa**, a "PARS AMORPHA".

O RNA que constitui o nucléolo é o RNA ribossômico, isto é, um RNA que migra para o citoplasma onde se ligará às proteínas e passará a constituir os **ribossomos**.

O **núcleo** é o centro de informações celulares e, direta ou indiretamente, coordena todas as funções da célula e relaciona-se com a reprodução celular.

TESTES

37. A reprodução celular está diretamente relacionada com:
- a) citoplasma
 - b) centríolo
 - c) núcleo
 - d) membrana plasmática
38. Carioteca corresponde a:
- a) membrana citoplasmática
 - b) membrana nuclear
 - c) atividade nuclear
 - d) n.d.a.
39. Os filamentos e grumos facilmente coráveis que se observam no interior do núcleo correspondem ao (a):
- a) nucléolo
 - b) cromatina
 - c) carioteca
 - d) ergastoplasma
40. A cromatina, que forma os cromossomos, é formada por:
- a) ADN e ARN
 - b) ADN e proteínas
 - c) proteínas somente
 - d) ARN
41. Os nucléolos relacionam-se com _____ por apresentarem _____.
- a) síntese de proteínas; ARN ribossômico
 - b) síntese de proteínas; ADN
 - c) síntese de proteínas; aminoácidos
 - d) fotossíntese; clorofila
42. O conjunto de cromossomos analisado com relação ao tamanho, número e forma corresponde ao:
- a) cariótipo
 - b) nucléolo
 - c) carioteca
 - d) n.d.a.
43. No nucléolo encontramos:
- a) DNA; RNA; aminoácidos, proteínas e ribossomos
 - b) ARN; ADN e ribossomos
 - c) ARN; proteínas e pequena quantidade de ADN
 - d) ADN; proteínas e pequena quantidade de ARN

IV. DIFERENÇAS ENTRE CÉLULA ANIMAL E VEGETAL

As células animais e vegetais apresentam muitas semelhanças; entretanto, existem algumas características que permitem diferenciá-las. Assim, temos:

1. Parede Celular

Enquanto as células animais possuem o citoplasma delimitado apenas pela membrana plasmática, as células vegetais possuem, além dessa membra-

na e localizada externamente a ela, uma parede espessa, chamada parede celular. Esta parede é constituída por grande quantidade de celulose, sendo chamada também de parede celulósica.

2. Organóides Citoplasmáticos

As células vegetais se diferenciam das animais pela presença de:

Plastos: estruturas encontradas na maioria das células vegetais.

Vacúolos: estas estruturas são bem desenvolvidas nas células vegetais e, às vezes, apresentam um único vacúolo que ocupa a posição central. Relacionam-se com acúmulos de substâncias de reservas e manutenção de equilíbrio osmótico. Encontramos também vacúolos em algumas células animais; porém, são geralmente menores.

Centríolo (centro celular): estruturas encontradas somente em células animais e em algumas células de vegetais inferiores (primitivos).

Os demais organóides, como mitocôndrias, ribossomos e complexo de Golgi, são encontrados em ambas as células, desempenhando funções semelhantes, embora possamos observar, como no complexo de Golgi, uma morfologia diferente daquela encontrada nas células animais.

V. FISILOGIA CELULAR

Sabemos que os seres vivos necessitam de energia para suas atividades. Veremos, agora, como os seres vivos sintetizam substâncias orgânicas e como utilizam a energia contida nas moléculas orgânicas. Tais processos correspondem aos mecanismos da fotossíntese, respiração celular e síntese protéica.

1. Fotossíntese

É um processo através do qual ocorre a produção de substâncias orgânicas, a partir de água e gás carbônico (CO_2), utilizando-se energia luminosa em presença de clorofila.

A água é absorvida do solo pelas raízes das plantas, o gás carbônico é retirado do ar atmosférico pelas folhas, por onde entra através de estruturas especializadas denominadas **estômatos**. A energia luminosa é transformada em energia química, graças à participação da **clorofila** (pigmento verde), encontrada no interior dos **plastos** (organóide citoplasmático) das células vegetais.

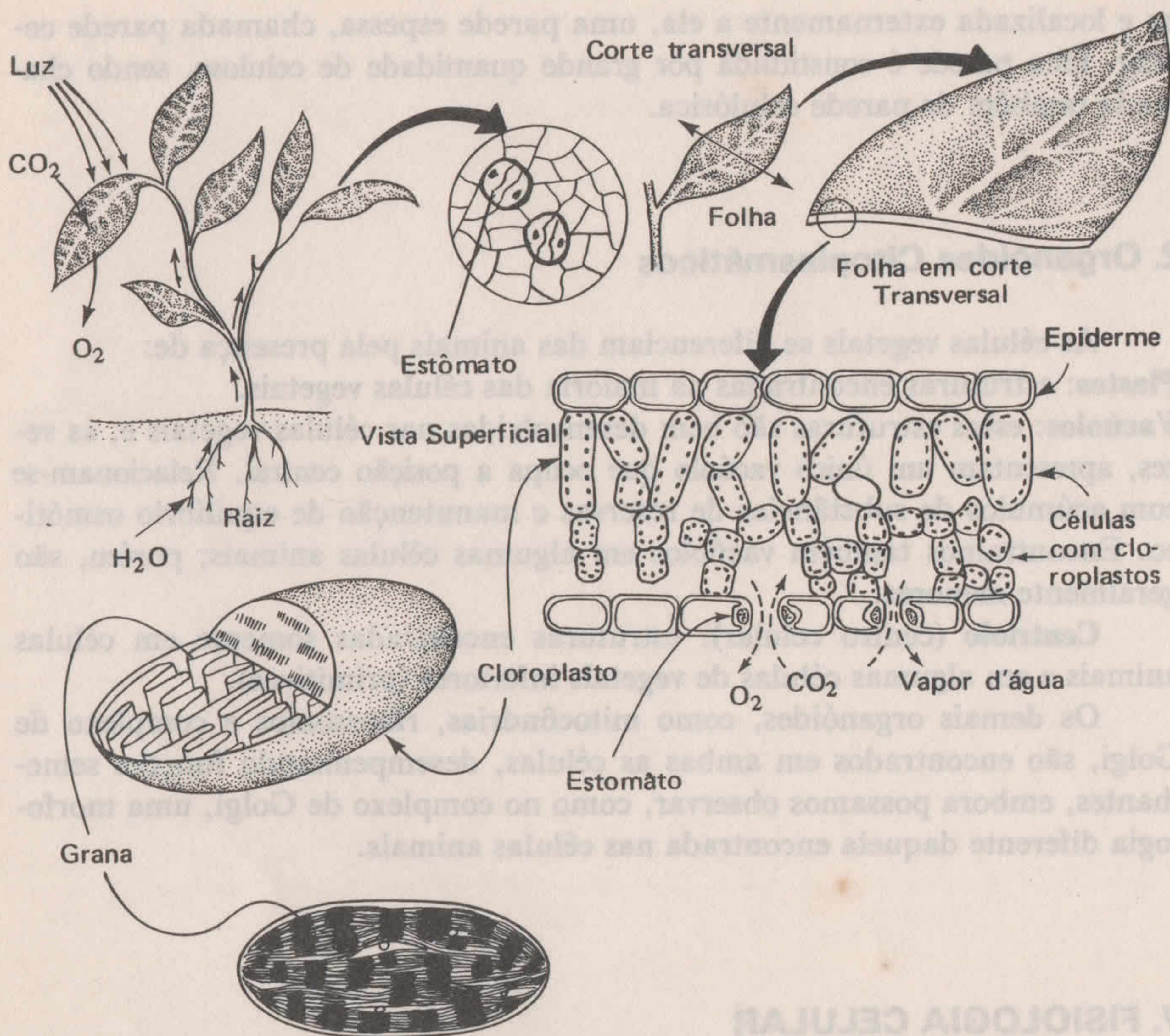


Fig. 2.27 — Processo da fotossíntese (parcial).

O processo da fotossíntese envolve, entretanto, uma série de reações bioquímicas que, por razões didáticas, podemos dividir em:

- 1º) Reações de Claro (fotólise ou Reação de Hill).
- 2º) Reações de Escuro (etapa puramente química).

Reações de Claro — Ocorrem com absorção da energia luminosa pela clorofila que, tornando-se instável, libera energia (sob a forma de elétron ativado) a qual irá determinar a decomposição (quebra) das moléculas de água, formando H^+ e OH^- . Agora o H^+ (hidrogênio ionizado) será recebido por uma enzima aceptora de hidrogênio ($NADP$ = nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato). Os íons OH^- (hidroxila) reagem entre si, formando-se, desta forma, O_2 (gás oxigênio), que é liberado, e água.

Podemos esquematizar tais reações da seguinte forma:

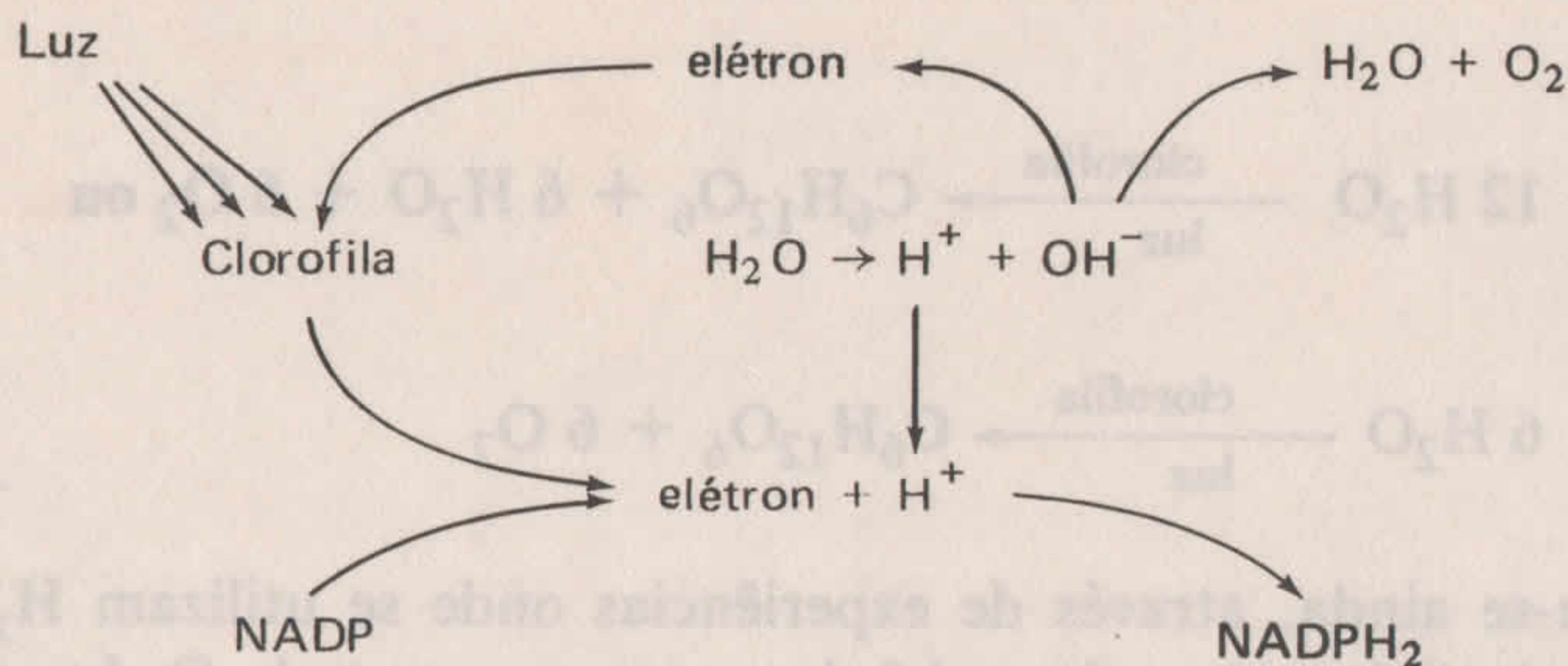
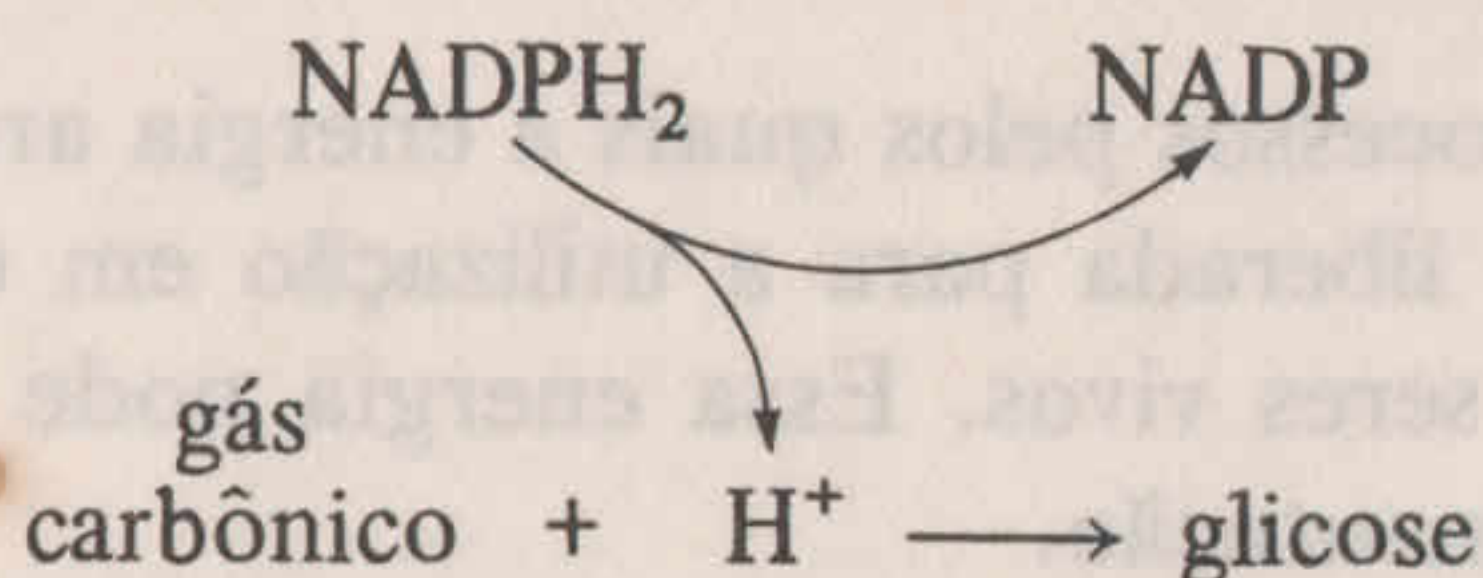


Fig. 2.28

Reações de Escuro — Ocorrem com a utilização do CO_2 (gás carbônico) absorvido através dos estômatos, que se difundem para as células, e do $NADPH_2$ produzido nas reações de claro. Produzem **glicose**.

Podemos esquematizar tais reações do seguinte modo:



Observação: o processo da fotossíntese, na realidade, envolve uma série de reações químicas intermediárias, formando no final uma substância química orgânica, o fosfogliceraldeído (PGAL), a partir do qual teremos a síntese de outros compostos orgânicos, como glicose, por exemplo.

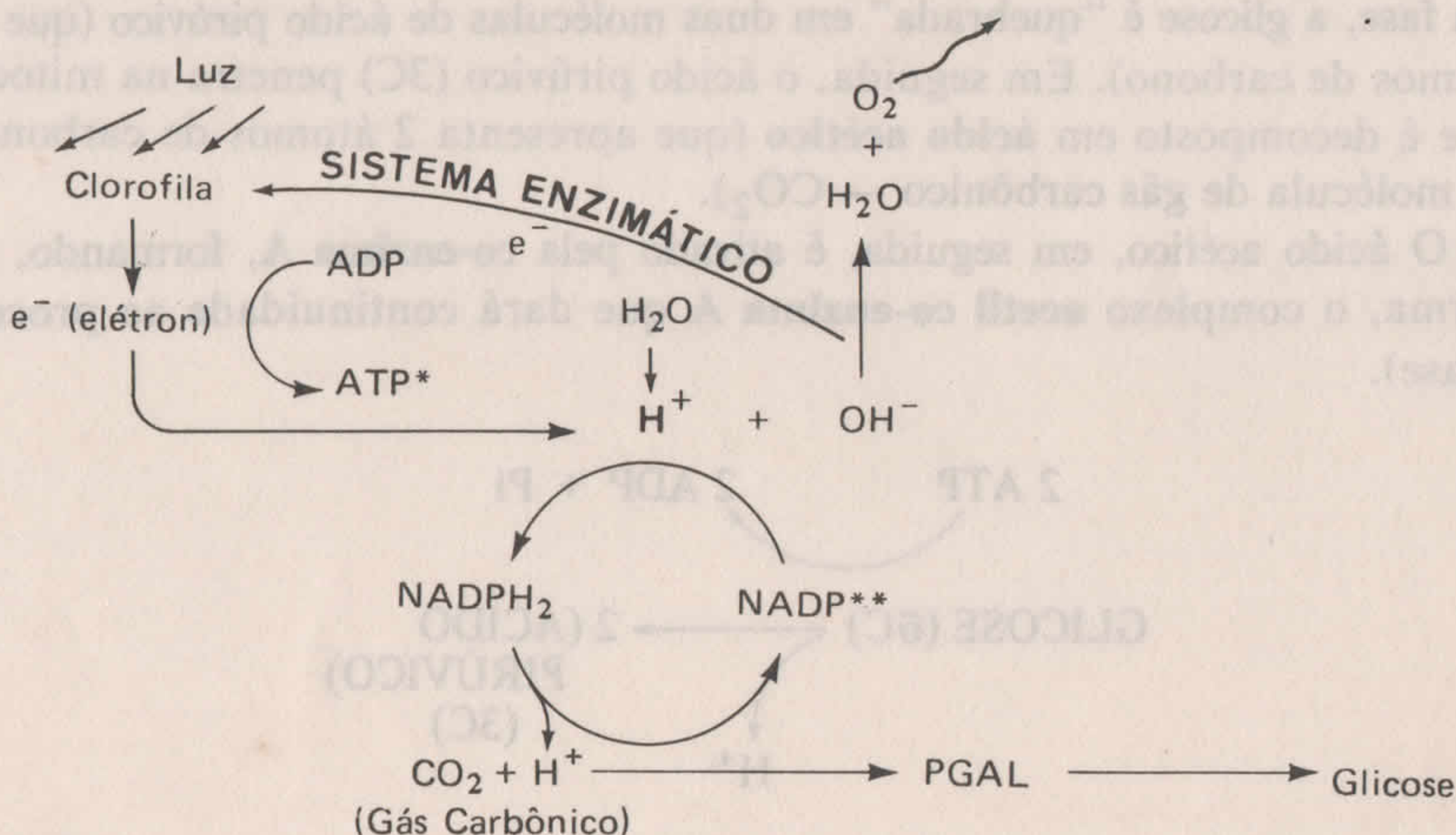
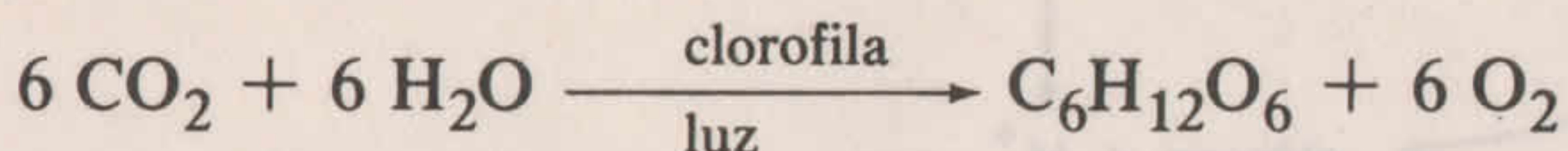
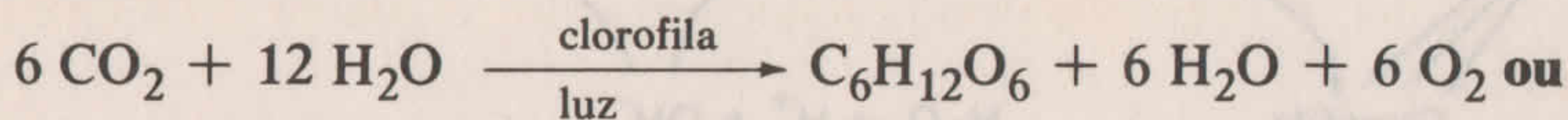


Fig. 2.29

Podemos ainda resumir o processo da fotossíntese através de uma equação química.



Nota: verificou-se ainda, através de experiências onde se utilizam H_2O com oxigênio marcado (isótopo) e gás carbônico comum, que todo O_2 formado no processo era marcado, o que comprova que o O_2 eliminado pelos vegetais para o ar atmosférico é proveniente da água retirada do solo. É importante observar, também, que a energia absorvida pela clorofila fica em grande parte armazenada em ligações de carbono das moléculas de glicose.

2. Respiração Celular e Fermentação

Compreende os processos pelos quais a energia armazenada nos compostos orgânicos deverá ser liberada para a utilização em outros processos bioquímicos e atividades dos seres vivos. Essa energia pode ser conseguida através da **respiração** ou da **fermentação**.

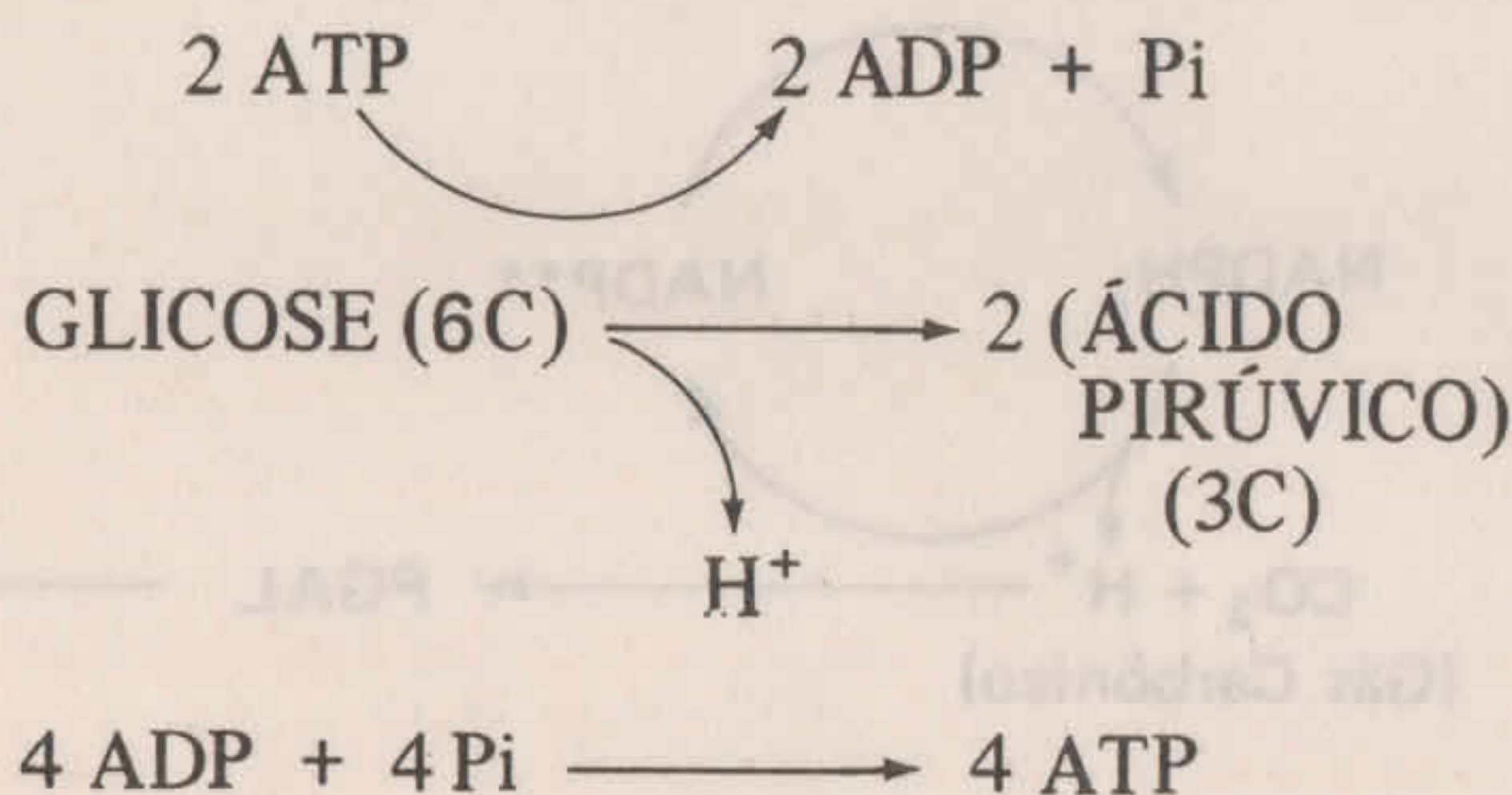
Respiração — Ocorre no interior da **célula** e pode ser dividida em duas etapas:

1ª) Glicólise (fase anaeróbia)

2ª) Ciclo de Krebs (fase aeróbia).

Glicólise (fase anaeróbia) — Ocorre no citoplasma, sendo a fase preparatória. Nesta fase, a glicose é “quebrada” em duas moléculas de ácido pirúvico (que tem 3 átomos de carbono). Em seguida, o ácido pirúvico (3C) penetra na mitocôndria e é decomposto em **ácido acético** (que apresenta 2 átomos de carbono) e uma molécula de gás carbônico — CO_2).

O ácido acético, em seguida, é ativado pela **co-enzima A**, formando, desta forma, o complexo **acetil co-enzima A** que dará continuidade ao processo (2ª fase).



A equação anterior é bem resumida e compreende várias reações sucessivas que libertam energia química a qual fica “retida” na forma de ligações fosfato (ligações especiais, de alto poder energético) nas moléculas de ATP (trifosfato de adenosina).

Cada molécula de ATP compreende uma molécula de adenosina ligada a 3 grupos fosfato. Quando um grupo fosfato se “desliga”, a energia liberada é imediatamente utilizada pela célula (em reações químicas), formando-se uma molécula de ADP (adenosina difosfato) e um grupo fosfato (P).

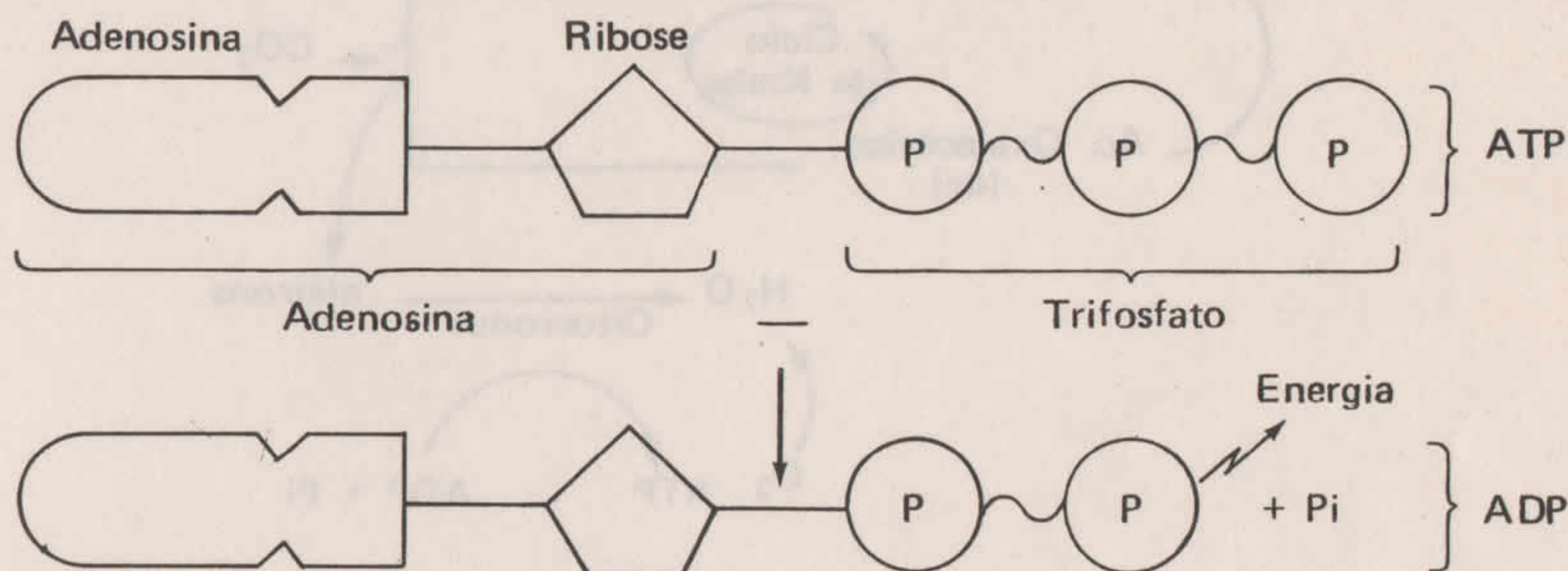


Fig. 2.30

Ciclo de Krebs — Ocorre no interior das mitocôndrias, sendo também denominado **ciclo do ácido cítrico** ou **fase aeróbia**.

O acetil co-enzima A (2C) reage no interior das mitocôndrias com um composto de 4 átomos de carbono (ácido oxalacético), formando um composto com 6 átomos de carbono (ácido cítrico), dando início ao **ciclo de Krebs**.

O ácido cítrico (6C) sofre uma seqüência de reações químicas catalisadas pelas enzimas respiratórias, terminando por formar novamente o ácido oxalacético (4C). Tais reações permitirão, ainda, a remoção de H^+ , CO_2 e elétrons.

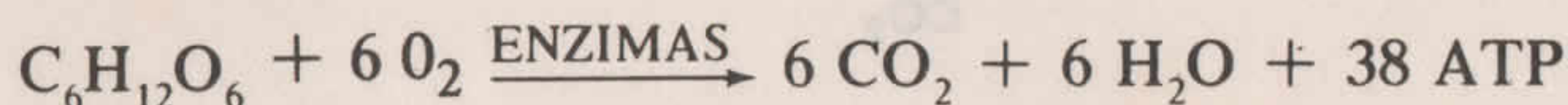
Esses elétrons removidos “carregam” as moléculas de $ADP \rightarrow ATP$ durante sua transferência nos vários estágios da “cadeia respiratória” e que têm comoceptor final o oxigênio, formando, assim, água (vide esquema adiante).

A cadeia respiratória compreende uma série de catalisadores denominados **citocromos** através dos quais ocorre a transferência dos elétrons que vão permitir ligações de alta energia de $ADP + Pi$ para formação de ATPs.

Em resumo, temos que, para cada molécula de glicose utilizada na respiração, vão resultar:

38 moléculas de ATP, 6 H_2O e 6 CO_2

Tal processo pode ser representado sob a forma de equação química:



No ciclo de Krebs podem participar também gorduras, ácidos graxos e proteínas previamente decompostas, até mesmo o ácido acético.

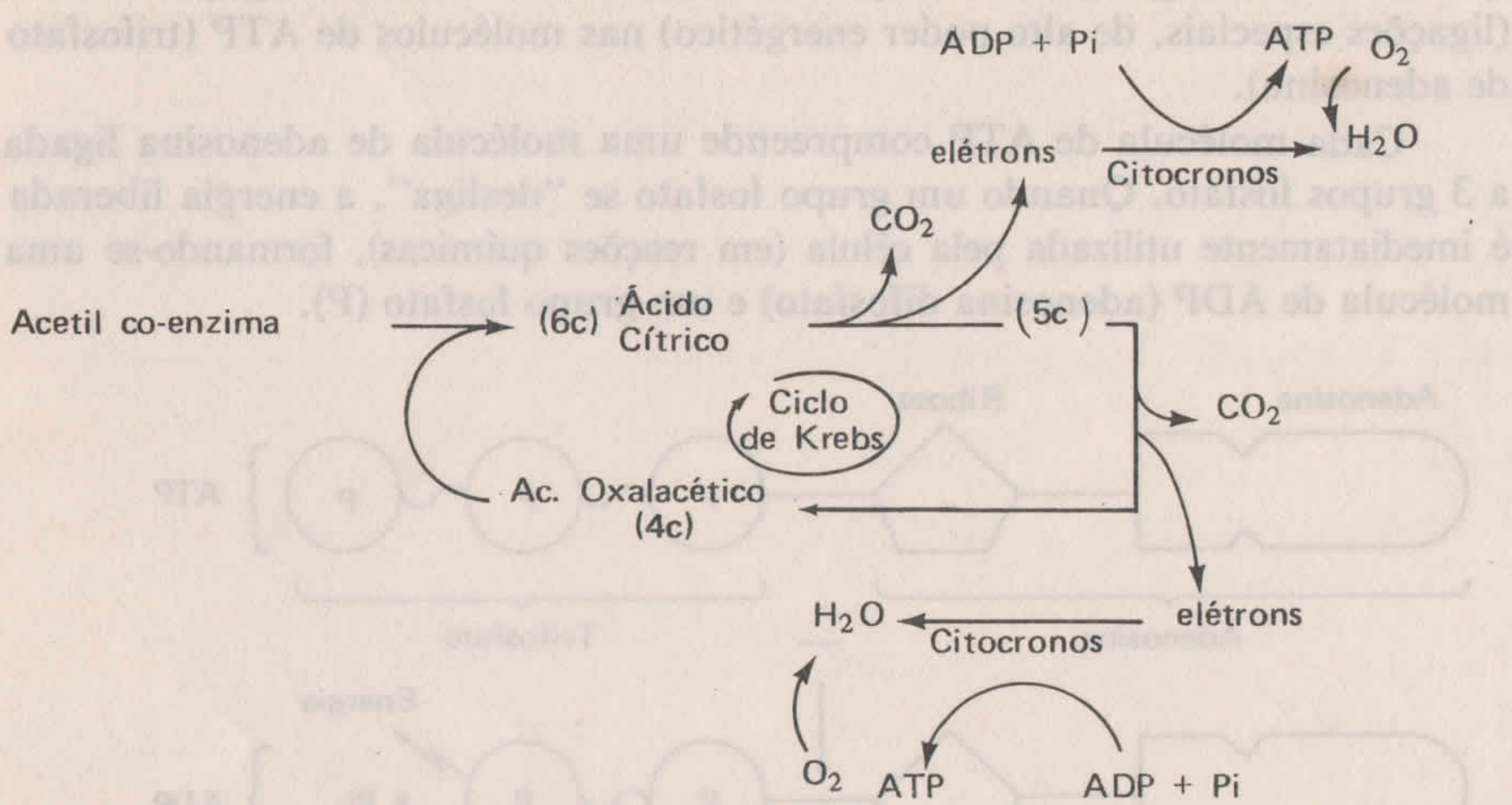


Fig. 2.31

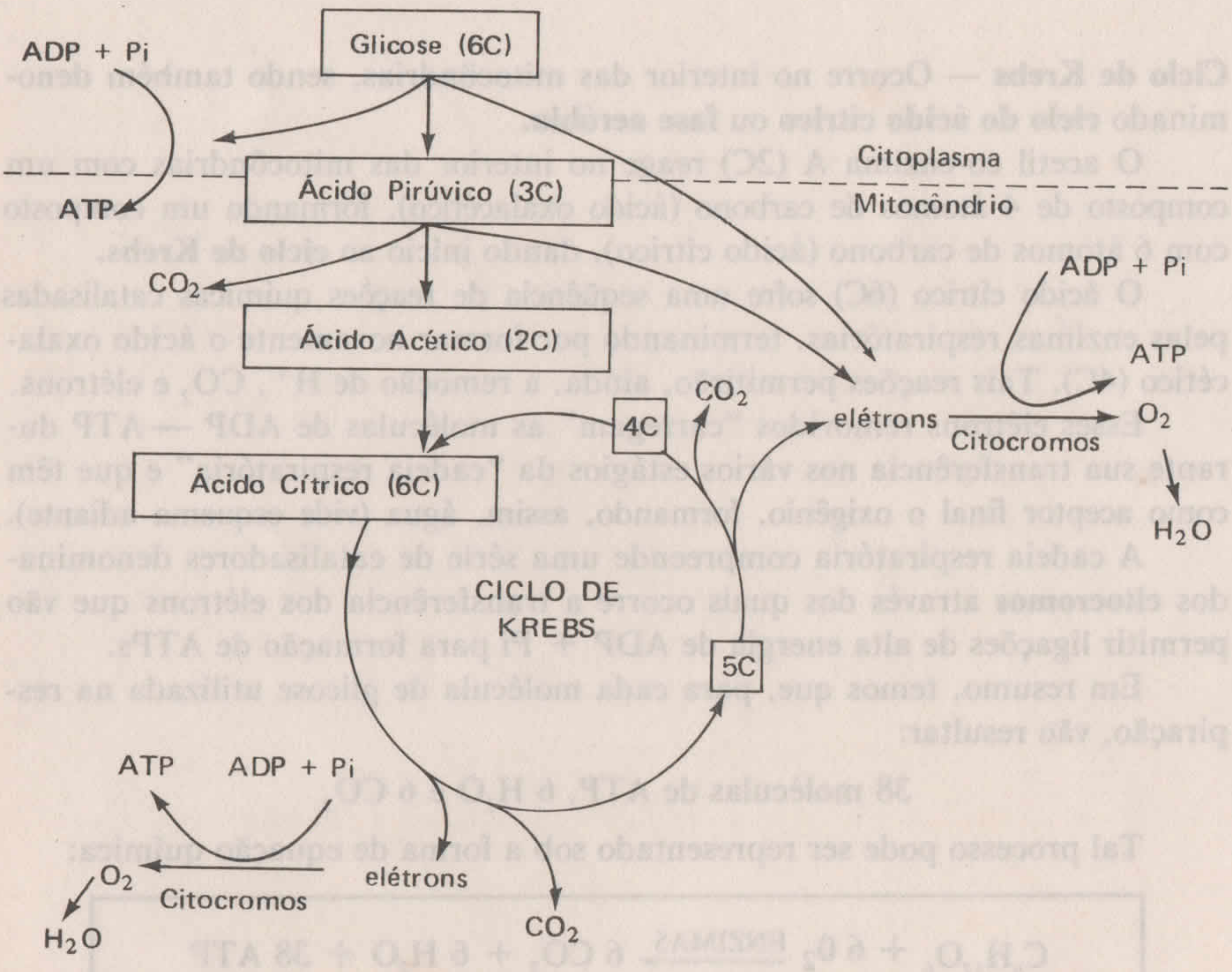


Fig. 2.32

Fermentação — É também um processo de obtenção de energia, realizado por certos microorganismos (bactérias e fungos). Difere, entretanto, da respiração por não utilizar oxigênio, sendo, portanto, um processo **anaeróbico**, enquanto que a respiração é um processo **aeróbico**.

Tal processo ocorre nas seguintes eventualidades:

- 1º) Quando não tem enzimas respiratórias.
- 2º) Quando tem enzimas, mas não estão recebendo oxigênio.

Na fermentação, temos as seguintes etapas:

- a) quebra da glicose (6C) em duas moléculas de ácido pirúvico (3C)
- b) o ácido pirúvico (3C) libera ou não um CO_2 e pode formar álcool, ácido acético ou ácido lático
- c) essa degradação da glicose fornece energia para a formação de 2 ATPs

Observa-se que o processo fermentativo é menos rendoso que o respiratório, pois o saldo energético do primeiro é de 2 ATPs e do último, de 38 ATPs por molécula de glicose decomposta.

Tipos de Fermentação

1. Fermentação alcoólica

Neste caso, a glicose é degradada até álcool etílico (2C) e CO_2 . Ocorre nas leveduras (fungos).

2. Fermentação acética

A glicose é degradada até ácido acético (2C) e CO_2 . Ocorre com algumas bactérias.

3. Fermentação láctica

A glicose é degradada até ácido lático (3C). Ocorre nas células musculares quando submetida à falta de oxigênio. O acúmulo de ácido lático é o responsável pela “fadiga muscular”. Algumas bactérias, como os lactobacilos, também fazem este tipo de fermentação.

TESTES

44. Com relação aos centríolos, podemos dizer:
 - a) são encontrados em todas as células animais e vegetais
 - b) são encontrados somente em alguns vegetais primitivos
 - c) são encontrados nas células animais e em alguns vegetais primitivos
 - d) as alternativas b e c são erradas
45. Os vacúolos relacionam-se com:
 - a) armazenamento de substâncias
 - b) digestão intracelular
 - c) equilíbrio osmótico
 - d) todas são corretas

46. Uma das características das células vegetais é:
- presença de mitocôndrias
 - presença de membrana celulósica
 - presença de núcleo
 - presença do Complexo de Golgi
47. A clorofila é uma substância diretamente relacionada com:
- respiração aeróbia
 - fixação de CO_2
 - fotossíntese
 - fermentação
48. O oxigênio liberado pelos vegetais durante o processo de fotossíntese é proveniente:
- do CO_2 absorvido do ar atmosférico
 - da H_2O retirada do solo
 - da energia luminosa absorvida pela clorofila
 - da glicose que se forma durante o processo de fotossíntese
49. Durante as reações de claro no processo de fotossíntese formam-se:
- CO_2 ; O_2 ; H_2O ; NADPH_2
 - O_2 ; ATP; NADPH_2
 - glicose; ATP; NADPH_2
 - O_2 ; CO_2 ; ATP; NADPH_2
50. Assinale a alternativa que apresenta substâncias indispensáveis ao processo da fotossíntese:
- H_2O ; CO_2 ; luz; N_2
 - energia luminosa; CO_2 ; O_2 ; H_2O ; clorofila
 - clorofila; energia luminosa; CO_2 ; H_2O
 - clorofila; CO_2 e H_2O
51. Das equações abaixo a que melhor equaciona o processo da fotossíntese é:
- $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Clorofila}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O} + 6 \text{O}_2$
 - $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} \xrightarrow{\text{Luz}} \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{H}_2\text{O}$
 - $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \xrightarrow{\text{Clorofila}} 6 \text{CO}_2 + 6 \text{H}_2\text{O} + \text{ENERGIA}$
 - $6 \text{CO}_2 + 12 \text{H}_2\text{O} + \text{ATP} \xrightarrow{\text{Clorofila}} 6 \text{CO}_2 + \text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{ADP} + \text{O}_2$
52. Nas reações de escuro (etapa puramente química), além do CO_2 , outra substância importante é:
- O_2
 - NADPH_2
 - PGAL
 - n.d.a.
53. A glicose forma-se:
- na etapa química ou reação de escuro
 - na fotólise
 - nas reações de claro
 - no ciclo de Krebs
54. Fornecendo-se H_2O com oxigênio radioativo para um vegetal, verifica-se que após o processo da fotossíntese:
- toda glicose formada terá oxigênio radioativo
 - todo oxigênio liberado é radioativo
 - todo CO_2 terá oxigênio radioativo
 - n.d.a.

55. A respiração é:
- a) obtenção ou produção de glicose
 - b) obtenção de energia armazenada nos compostos orgânicos
 - c) fornecimento de O_2 para o ar atmosférico
 - d) um processo de liberação de CO_2 com a fabricação de gases
56. Durante o processo da respiração celular iremos obter:
- a) 36 ATP
 - b) 8 ATP
 - c) 38 ATP
 - d) 2 ATP
57. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas:
- “Na primeira fase da respiração, que ocorre sem a intervenção do oxigênio, a glicose, através de um sistema enzimático, é degradada em duas moléculas de _____ que posteriormente serão transformados em _____ pela perda de um átomo de carbono”.
- a) ácido pirúvico; ácido acético
 - b) ácido pirúvico; ácido cítrico
 - c) ácido acético; ácido oxalacético
 - d) ácido acético; ácido pirúvico
58. A principal molécula implicada nos processos energéticos dos seres vivos é:
- a) ácido acético
 - b) ATP
 - c) co-enzima A
 - d) NADP
59. Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas:
- “Após a primeira fase da respiração — a glicólise — temos a segunda etapa do processo que ocorre no interior _____ onde, ao nível da _____ teremos a formação de _____ e, no final, o _____ formará água”.
- a) mitocôndrias; cristas mitocondriais; glicose; oxigênio
 - b) plastos; cadeia respiratória; ATPs; oxigênio
 - c) mitocôndrias; cadeia respiratória; ATPs; oxigênio
 - d) mitocôndrias; carioteca; ATPs; oxigênio
60. No processo “respiratório” podemos não ter a participação do oxigênio, ocorrendo, pois, somente a primeira fase, a glicólise. Tal fato corresponde ao processo de (do):
- a) fermentação
 - b) respiração anaeróbica
 - c) ciclo de Krebs
 - d) as alternativas a e b são corretas
61. A 2ª etapa da respiração, que ocorre no interior das mitocôndrias é denominada ciclo do ácido cítrico ou:
- a) ciclo de Krebs
 - b) fotólise
 - c) fase anaeróbia
 - d) n.d.a.
62. Em relação ao rendimento, podemos dizer que a respiração aeróbia é:
- a) mais rendosa, pois produz 38 ATPs enquanto que, na fermentação, temos apenas 2 ATPs
 - b) menos rendosa, pois produz 38 ATPs enquanto que, na fermentação, se obtém 48 ATPs
 - c) mais rendosa, pois produz 36 ATPs enquanto que, na fermentação, se obtém apenas 18 ATPs
 - d) n.d.a.

63. Células musculares ()
 64. Bactérias ()
 65. Fungos ()
 66. Fadiga muscular ()

- a — fermentação láctica
 b — fermentação alcoólica
 c — fermentação acética
 d — n.d.a.

3. Controle Intracelular — Ácidos Nucléicos

Os ácidos nucléicos (ADN e ARN) são substâncias orgânicas encontradas em todos os seres vivos, constituídas por moléculas menores denominadas **NUCLEOTÍDEOS**. Exercem controle sobre todas as atividades celulares de tal forma que o ADN ou DNA exerce controle direto na síntese protéica. Tal controle é denominado **código genético** ou **controle genético**.

DNA (Ácido Desoxirribonucléico) — O DNA é constituído por uma longa **cadeia dupla de nucleotídeos** enrolados entre si de forma helicoidal, segundo o modelo proposto por **Watson e Crick**.

Cada **nucleotídeo** é formado por um **GRUPO FOSFATO**, um açúcar de 5 átomos de carbono, pela **DESOXIRRIBOSE** e por uma **BASE NITROGENADA**.

São 4 as bases nitrogenadas que entram na constituição dos nucleotídeos do DNA: **adenina; timina; guanina e citosina**.

Podemos esquematizar cada nucleotídeo da seguinte maneira:

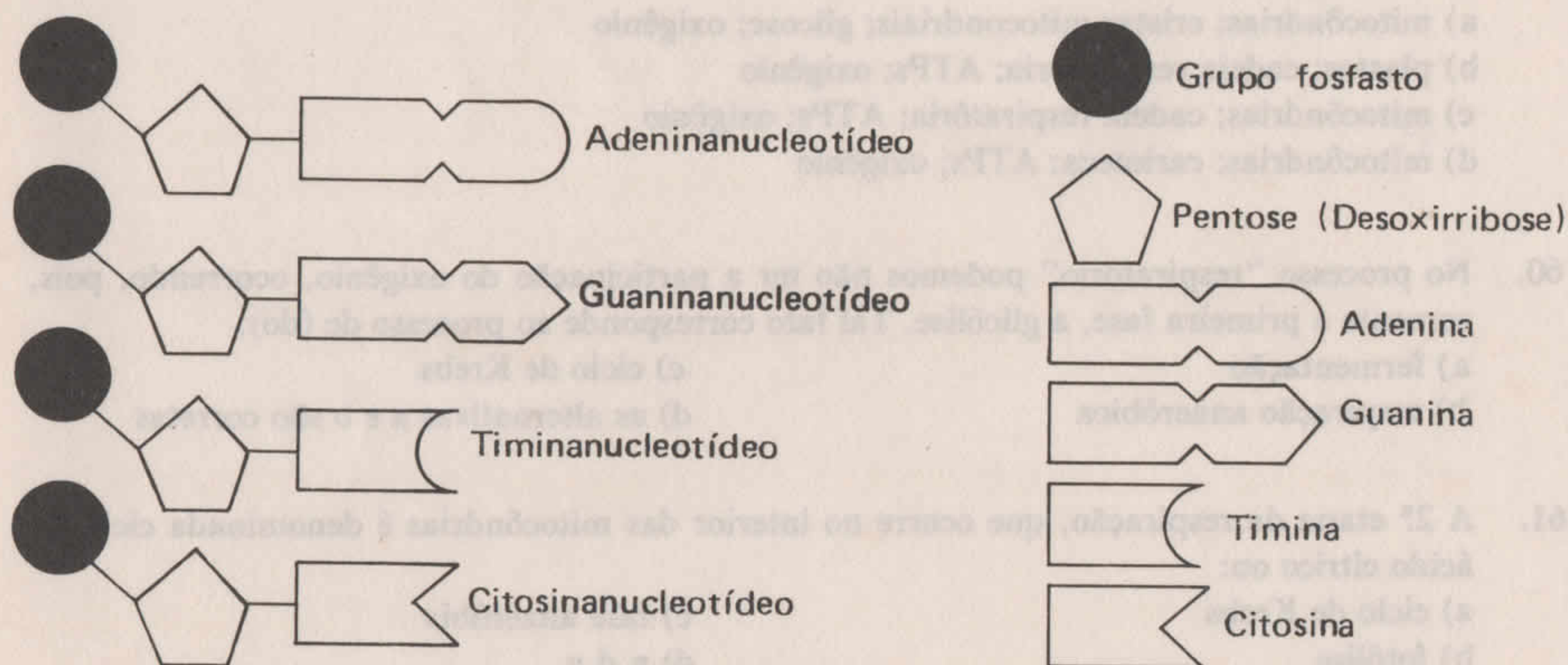


Fig. 2.33 — Esquema dos nucleotídeos

Os nucleotídeos se dispõem em cadeias da seguinte forma: o grupo fosfato de um nucleotídeo liga-se ao açúcar do nucleotídeo seguinte e as duplas cadeias de nucleotídeos ligam-se entre si através das bases nitrogenadas de

forma que a molécula do DNA assume uma estrutura espacial semelhante a uma escada de corda helicoidal onde os degraus estão representados pela união das bases nitrogenadas através de ligações especiais, chamadas pontes de hidrogênio. No pareamento das bases, temos que a **adenina** sempre faz ligação com a **timina** e a **guanina** sempre com a **citossina**.

Podemos esquematizar da seguinte forma:

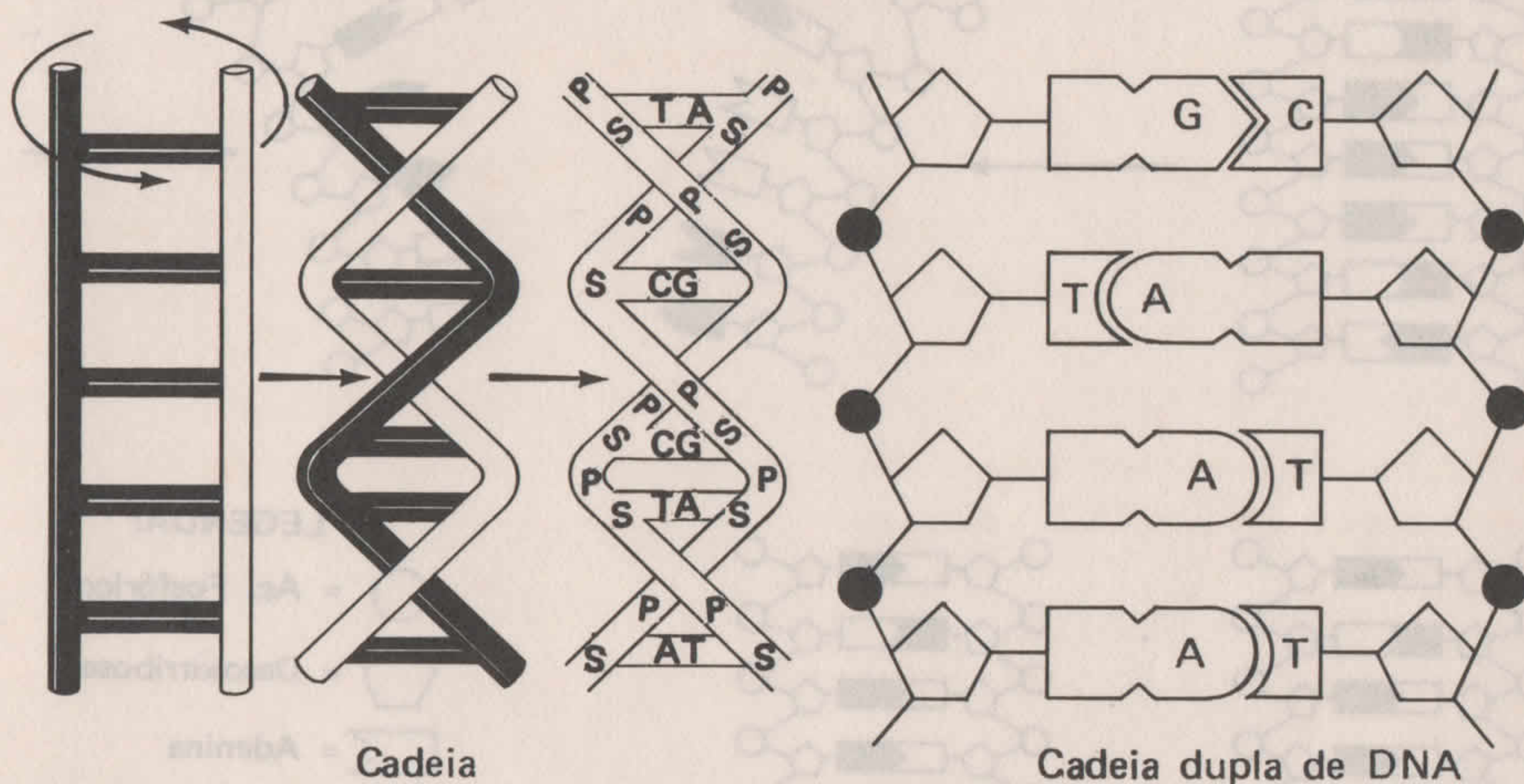


Fig. 2.34

O DNA apresenta duas funções básicas: **autoduplicação** e **transcrição** (formação de RNA).

Autoduplicação — Consiste na formação, a partir de uma molécula de DNA, de duas outras moléculas iguais de DNA, semelhantes àquela que as originou.

O mecanismo da autoduplicação inicia-se pelo desligamento das pontes de hidrogênio que prendem as duas hastes de forma que novos nucleotídeos possam ligar-se às bases livres e refazer a haste complementar. Desta forma, cada haste refaz a sua complementar, formando-se, assim, duas moléculas de DNA iguais à original.

O processo da autoduplicação é importante porque garante a **continuidade dos seres vivos**.

RNA (Ácido Ribonucleico) — A estrutura molecular do RNA apresenta-se formada por uma única cadeia de nucleotídeos.

Cada nucleotídeo é formado pela associação de um **GRUPO FOSFATO**, um açúcar com 5 átomos de carbono (pentose), pela **RIBOSE** e por **BASES NITROGENADAS**.

As bases nitrogenadas são 4: **adenina**, **citossina**, **guanina** e **uracil**. Desta forma, os nucleotídeos do RNA se diferenciam dos do DNA pelo açúcar e pela base nitrogenada **uracil** no lugar da **timina**.

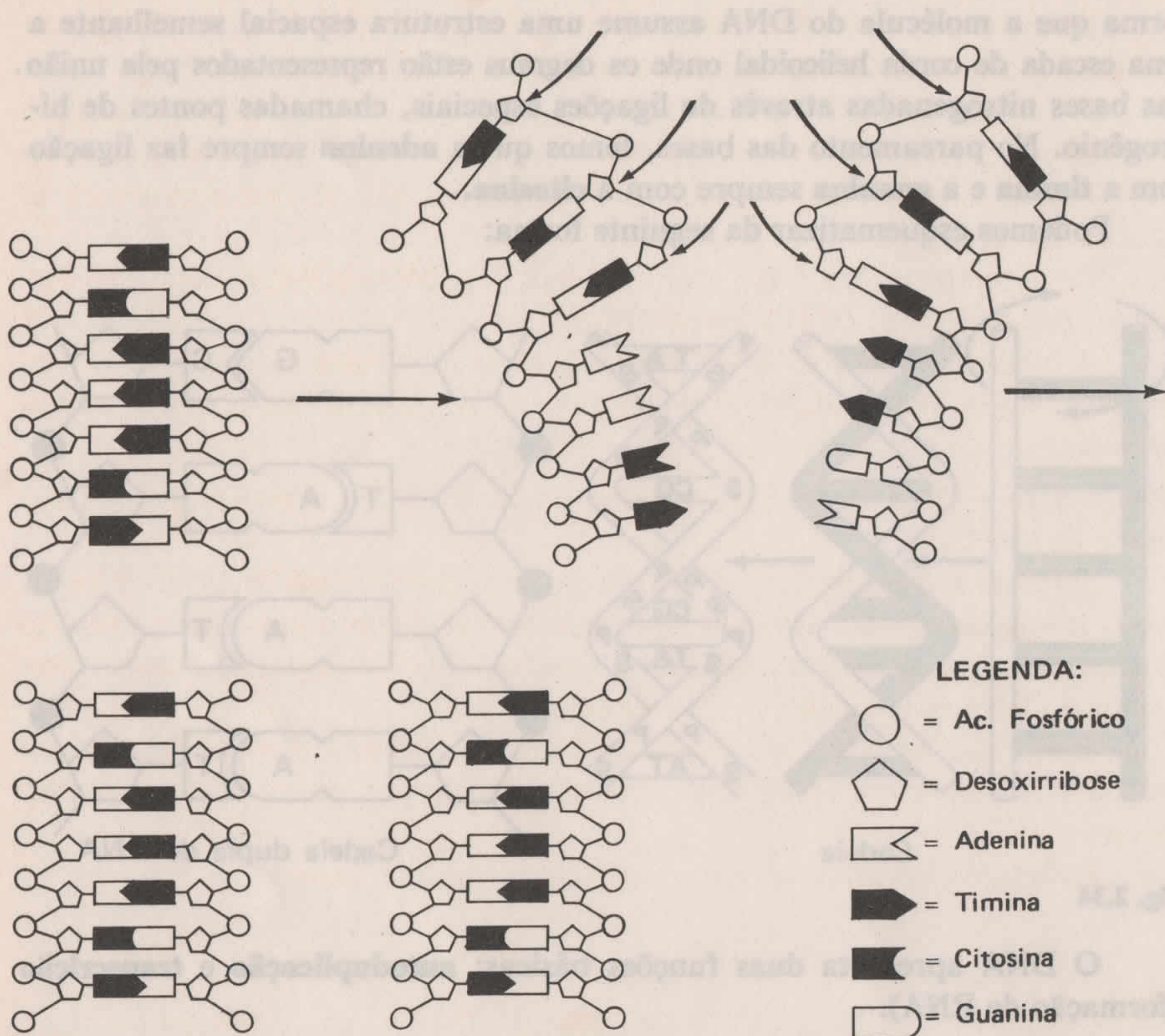


Fig. 2.35 — Autoduplicação

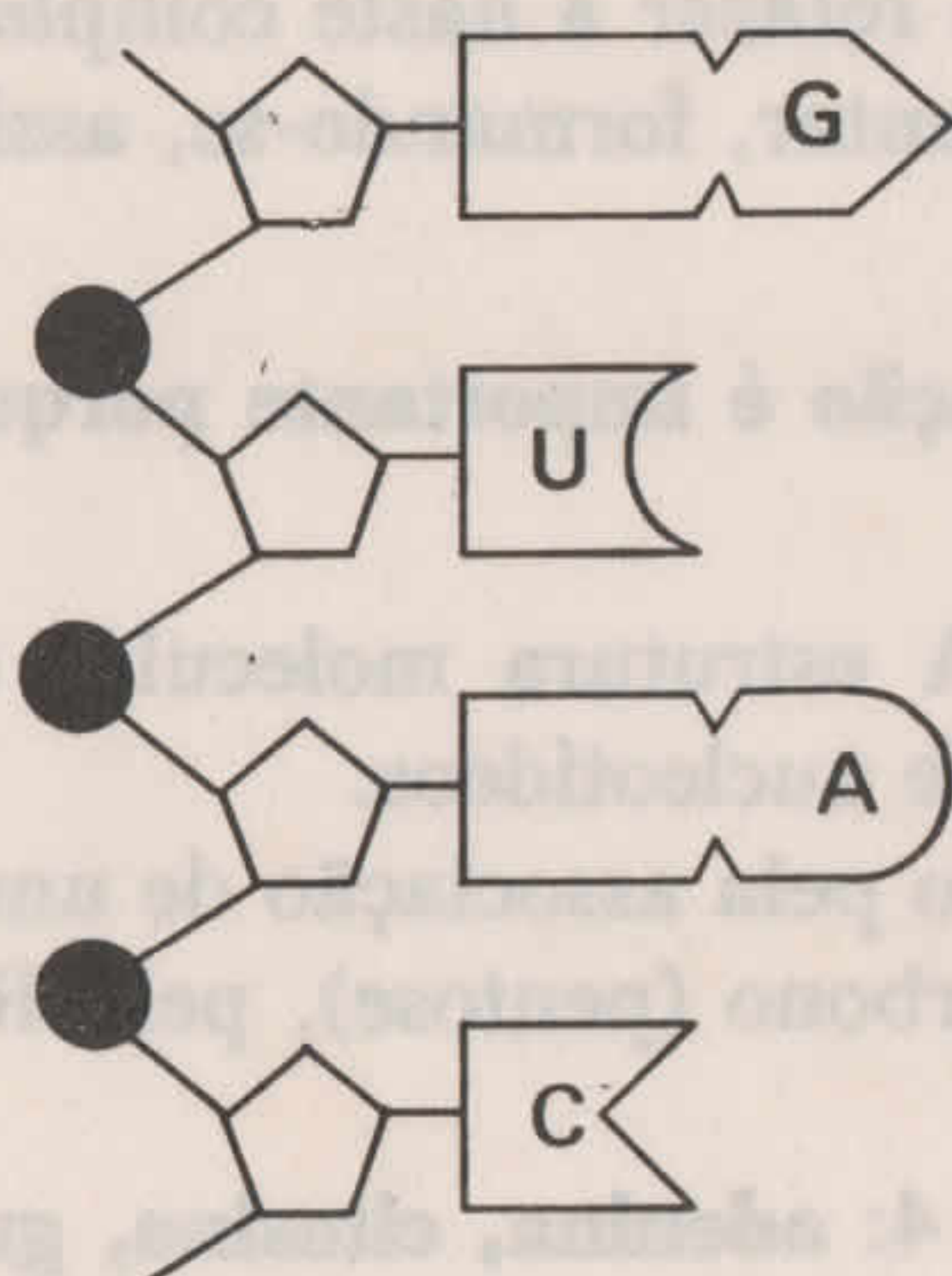


Fig. 2.36 — Cadeia simples de RNA

Existem três tipos de RNA, o RNA mensageiro (RNAm), o RNA transportador ou solúvel (RNAt) e o RNA ribossômico (RNAr).

Enquanto o RNA é encontrado principalmente no citoplasma, o DNA encontra-se principalmente no interior do núcleo e constitui o material genético da célula, onde estão contidas as informações básicas que coordenam as atividades celulares.

Essas informações estão contidas nos CROMOSSOMOS, que são formados por moléculas de DNA e proteínas.

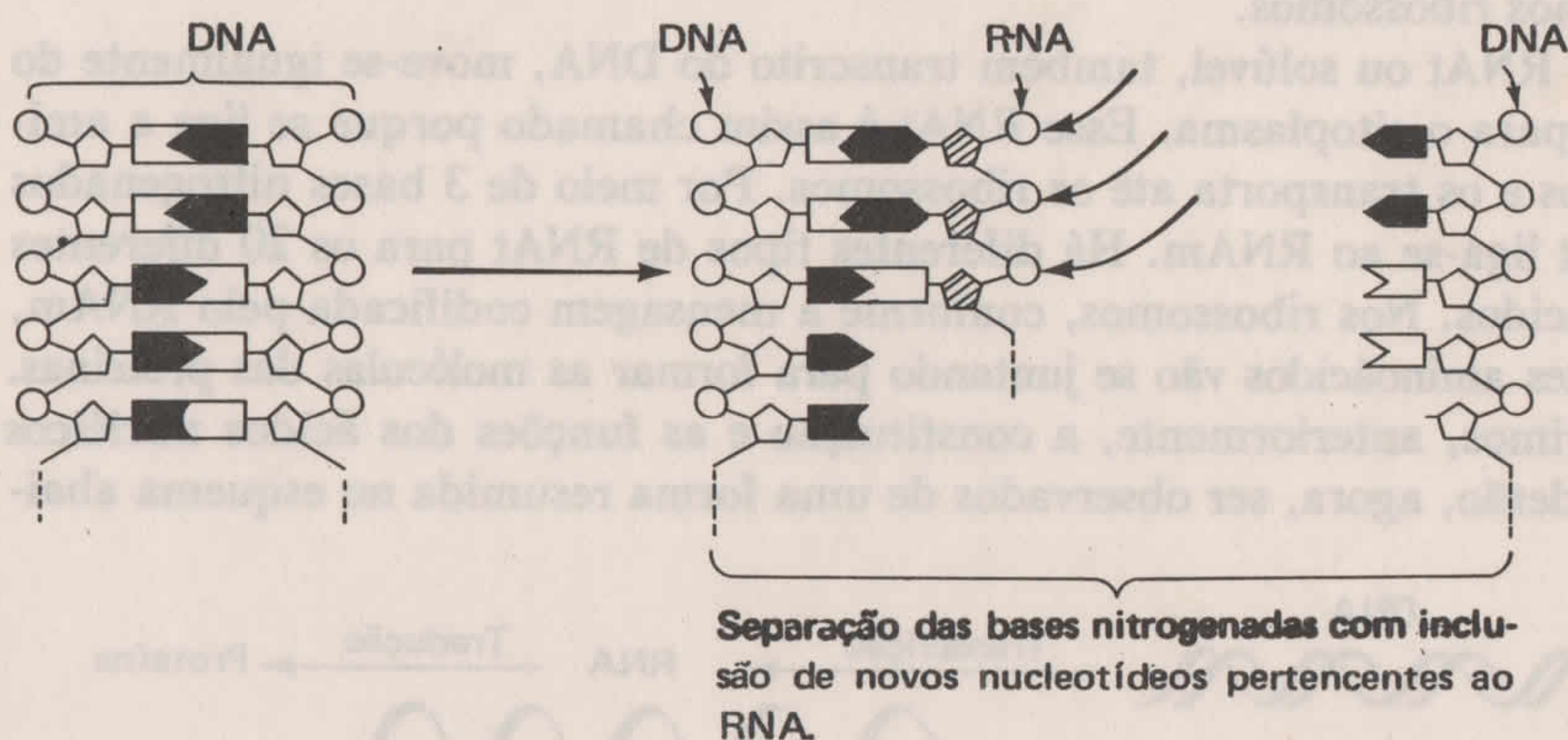
A função das moléculas de RNA é formar moléculas de proteínas a partir da união de aminoácidos. Esta fabricação de proteínas denomina-se **síntese protéica**.

Transcrição — É o mecanismo através do qual ocorre a síntese do RNA a partir do DNA.

Durante a transcrição, o DNA desfaz suas pontes de hidrogênio entre as bases nitrogenadas. Os novos nucleotídeos que se ligam a uma das hastes são nucleotídeos que apresentam **ribose**. A **adenina** do DNA liga-se ao **uracil**. Portanto, no RNA não encontraremos **timina**.

Três tipos de RNA são formados: RNAm, RNAt e RNAr. Este último irá para o citoplasma onde fará parte dos ribossomos, juntamente com proteínas.

Podemos esquematizar a transcrição da seguinte forma:



Legenda:




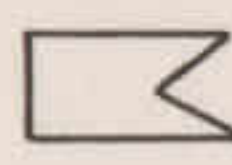


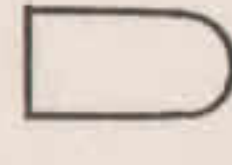

	= Ribose		= Desoxirribose		= Ac. Fosfórico
	= Adenina		= Timina		= Citosina
	= Guanina		= Uracila		

Fig. 2.37

Síntese Protéica

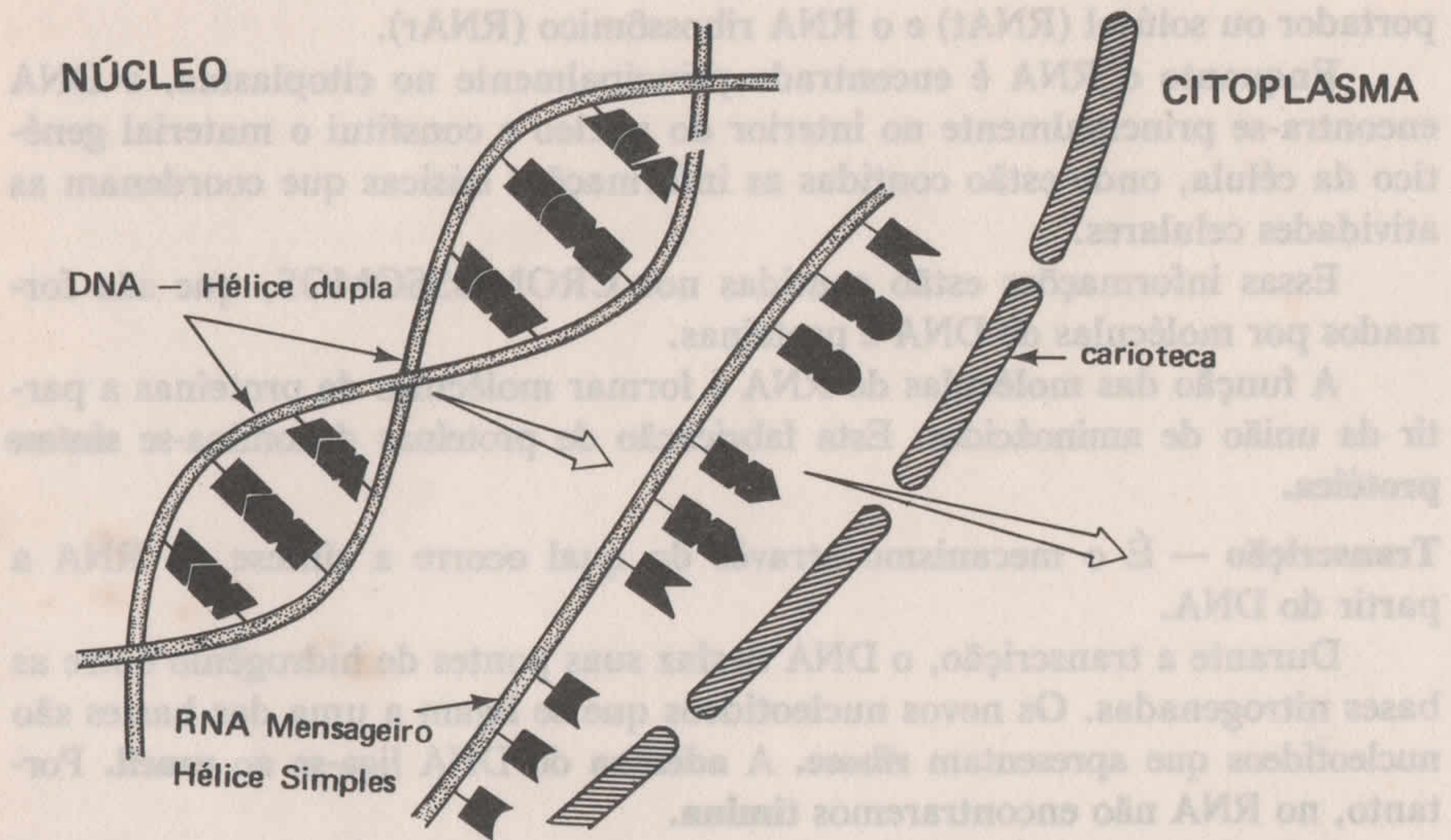


Fig. 2.38

O RNA mensageiro copia exatamente a **mensagem codificada** (seqüência de bases nitrogenadas) no DNA e move-se do núcleo para o citoplasma, onde se liga aos ribossomos.

O RNAt ou solúvel, também transcrito do DNA, move-se igualmente do núcleo para o citoplasma. Esse RNAt é assim chamado porque se liga a aminoácidos e os transporta até os ribossomos. Por meio de 3 bases nitrogenados o RNAt liga-se ao RNAm. Há diferentes tipos de RNAt para os 20 diferentes aminoácidos. Nos ribossomos, conforme a mensagem codificada pelo RNAm, diferentes aminoácidos vão se juntando para formar as moléculas das proteínas.

Nota: vimos, anteriormente, a constituição e as funções dos ácidos nucléicos que poderão, agora, ser observados de uma forma resumida no esquema abaixo:

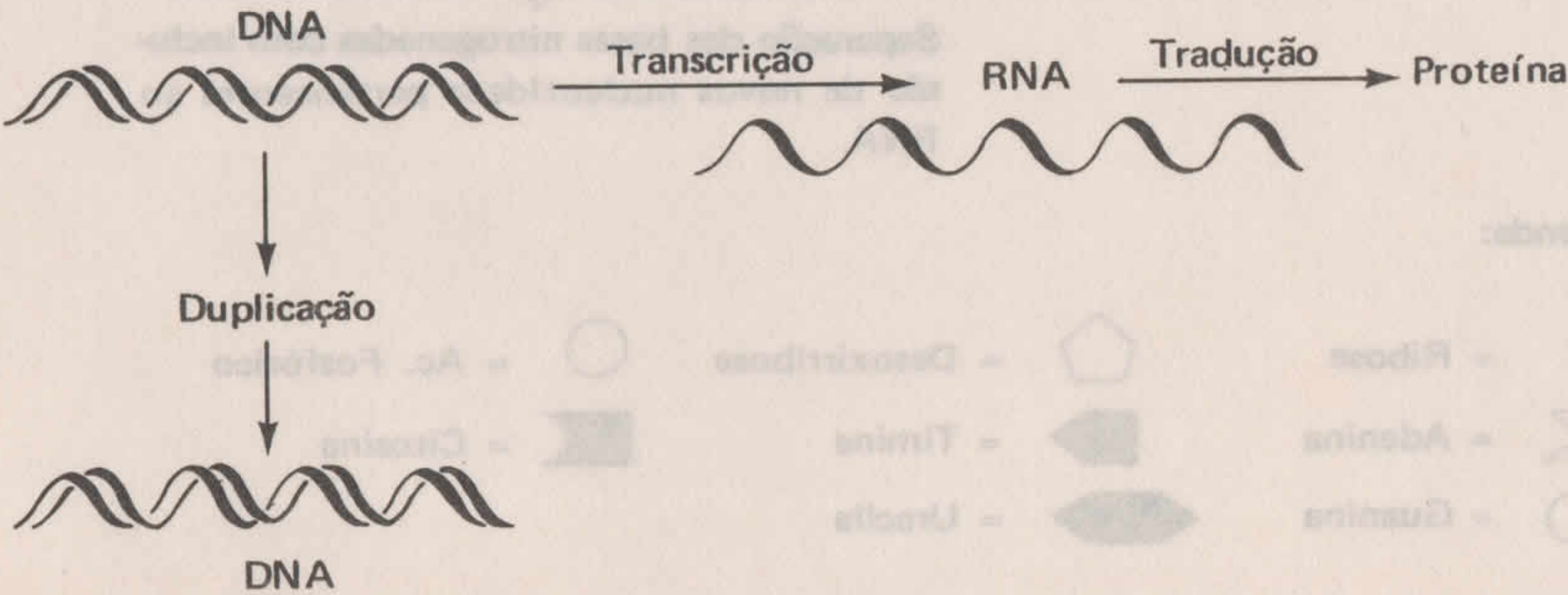


Fig. 2.39

A informação genética é codificada no DNA pela seqüência de três bases nitrogenadas; cada seqüência de bases (**trinca**) codifica um aminoácido. Uma série de trincas especifica a ordem em que os aminoácidos devem se dispor em uma cadeia polipeptídica. Um gene é uma seqüência de trincas que contém a codificação para um polipeptídeo. Portanto, **CODON** corresponde a uma seqüência de três bases nitrogenadas do RNAm. Em um RNAm com 64 codons, poderemos ter a formação de um polipeptídeo com 64 aminoácidos. Lembre-se que o número de bases nitrogenadas será 192 (cada CODON apresenta uma seqüência de 3 bases nitrogenadas).

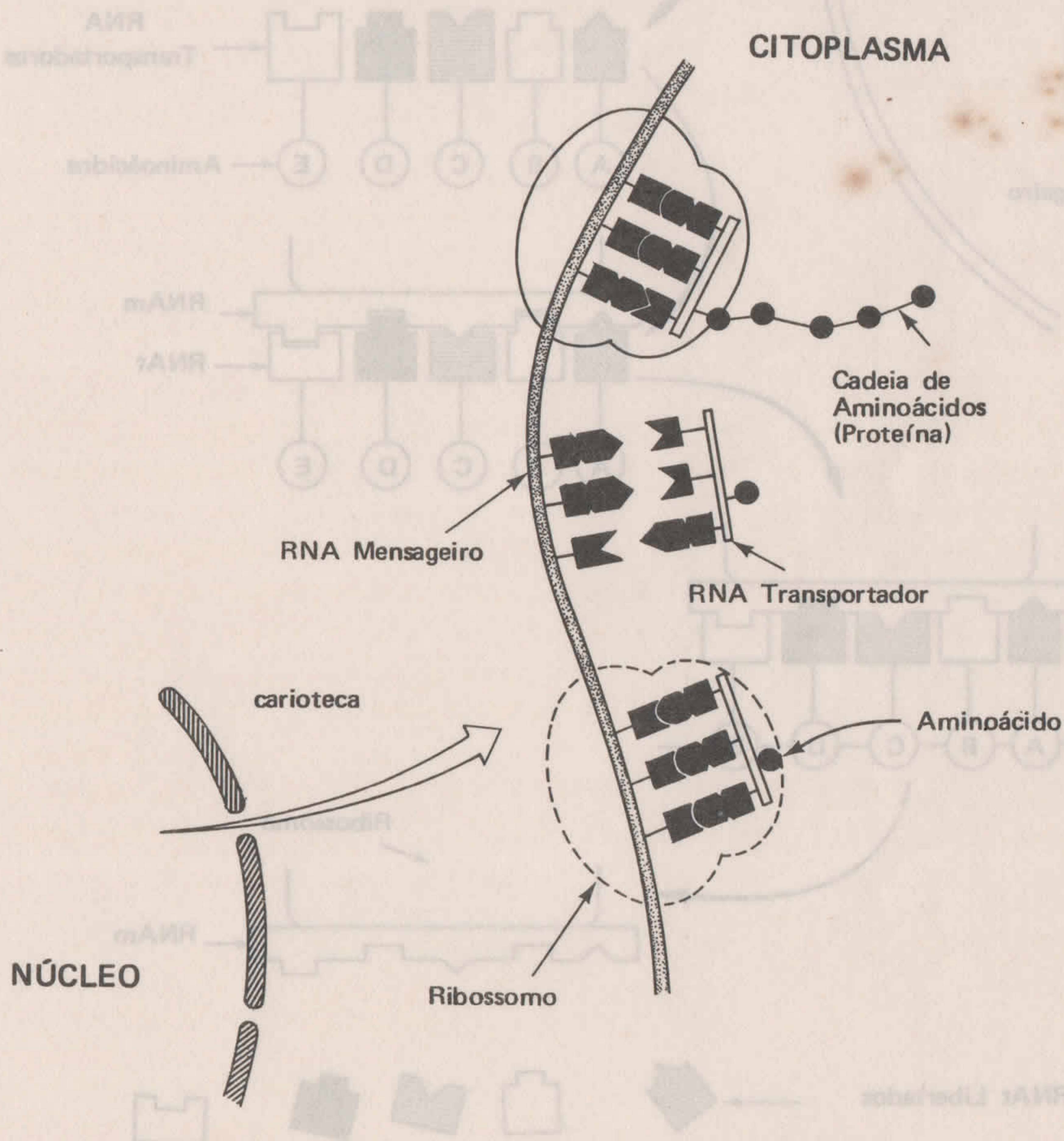


Fig. 2.40

Resumindo o mecanismo da síntese protéica, podemos esquematizar o processo da seguinte forma:

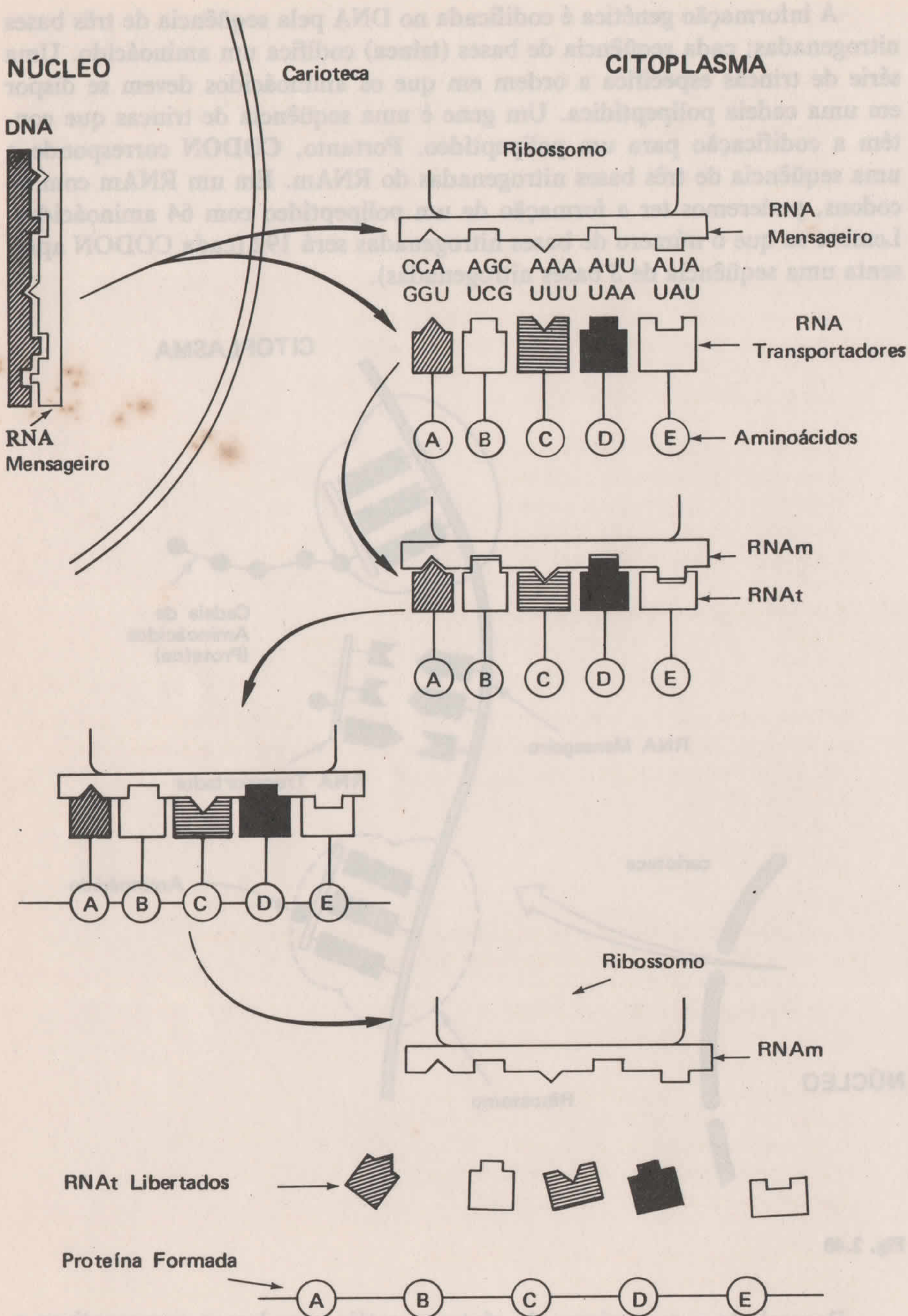


Fig. 2.41

TESTES

67. Os coordenadores vitais correspondem:
- a) aos ribossomos
 - b) aos ácidos nucleicos
 - c) ao Complexo de Golgi
 - d) ao RNA
68. Cada ácido nucleico é formado por uma longa cadeia de:
- a) aminoácidos
 - b) nucleotídeos
 - c) proteínas
 - d) n.d.a.
69. Nos nucleotídeos do ADN ou DNA podemos encontrar
- a) radical fosfato + desoxirribose + adenina ou timina
 - b) radical fosfato + desoxirribose + citosina ou guanina
 - c) radical fosfato + ribose + adenina ou uracil
 - d) as alternativas a e b são corretas
70. As bases nitrogenadas encontradas no ADN são:
- a) adenina, timina, guanina e citosina
 - b) adenina, uracil, guanina e citosina
 - c) adenina, timina, uracil e citosina
 - d) adenina, timina, guanina e uracil
71. A **autoduplicação** e a **transcrição** são propriedades do:
- a) ARN
 - b) ADN
 - c) nucléolo
 - d) núcleo
72. O DNA é formado por duas cadeias de nucleotídeos enroladas à maneira de uma escada de corda helicoidal. Os nucleotídeos unem-se entre si, através de suas bases nitrogenadas, por pontes de hidrogênio, e as ligações que se estabelecem são:
- a) A — C; G — T
 - b) A — T; C — G
 - c) A — G; C — T
 - d) A — U; G — T
73. A autoduplicação ocorre antes da célula dividir-se e termina por formar:
- a) duas moléculas de DNA completamente diferentes
 - b) duas moléculas de DNA iguais
 - c) uma molécula de DNA e uma de RNA
 - d) n.d.a.
74. A importância da autoduplicação consiste em:
- a) aumentar o número de cromossomos da espécie
 - b) garantir a extensão dos seres vivos
 - c) aumentar o número de células reprodutoras
 - d) garantir a continuidade dos seres vivos
75. As bases nitrogenadas que formam o RNA são:
- a) timina, guanina, citosina, uracil
 - b) uracil, guanina, adenina e citosina
 - c) uracil, timina, adenina e citosina
 - d) adenina, timina, guanina e citosina

76. O açúcar encontrado nos nucleotídeos do RNA é:
 a) glicose
 b) frutose
 c) desoxirribose
 d) ribose
77. RNA mensageiro e RNA transportador estão relacionados com o mecanismo de:
 a) fotossíntese
 b) síntese protéica
 c) divisão celular
 d) crescimento celular
78. Durante a transcrição, ocorre:
 a) formação de DNA
 b) formação de RNA
 c) síntese protéica
 d) n.d.a.
79. Se em uma fileira do DNA encontramos a seguinte seqüência de bases nitrogenadas TCGAATGC, a seqüência da cadeia complementar será:
 a) AGCTTTGC
 b) AGCTTGCA
 c) AGCTAACG
 d) AGCTTACG
80. Se em uma cadeia de ADN tivermos a seqüência ATGCTAATG, o RNA produzido durante a transcrição terá a seguinte seqüência:
 a) UACGAUUAG
 b) UAGCAUUAC
 c) UACGAUUAC
 d) TACGATTAC
81. Se um determinado "codon" do RNAm é CUG, então o "anticodon" do RNAt correspondente será:
 a) GAC
 b) GTC
 c) CUG
 d) CAC
82. Um RNAm que codifica uma proteína com 200 aminoácidos deverá ter _____ nucleotídeos. Complete a frase:
 a) 200
 b) 600
 c) 1800
 d) impossível de se saber
83. O RNAm da questão anterior tem _____ "codons".
 a) 200
 b) 600
 c) 1800
 d) 65
84. No ADN, a relação A/T deverá ser igual a:
 a) 1/2
 b) 1
 c) 2
 d) depende do ADN
85. No ADN, é correto dizer:
 a) $A/T = 1$
 b) $C/G = 1$
 c) $A \times G = C \times T$
 d) todas são corretas

4. Divisão Celular

É o mecanismo através do qual as células se multiplicam. Na divisão ou duplicação celular devem ser consideradas inicialmente as alterações que sofrem os cromossomos.

Cromossomos — Em uma célula que não está se dividindo (período da vida celular chamado **intérfase**), podem ser observados, no núcleo, filamentos e massas de um material que se cora com facilidade. Esse material é denominado **cromatina**.

Quando a célula entra em processo de divisão (portanto, sai da intérfase), cada cromatina (que são fios longos e finos) se enrola sobre si mesma. Por esse enrolamento ou espiralização, as cromatinas ficam cada vez mais condensadas, tornando-se gradativamente mais grossas e curtas, sendo agora chamadas de **cromossomos**. Os cromossomos (ou cromatinas espiralizadas) apresentam-se sob a forma de bastonetes, com um estrangulamento (ou constrição) que o divide em dois braços. Tal estrangulamento é denominado **constrição primária** ou **centrômero**.

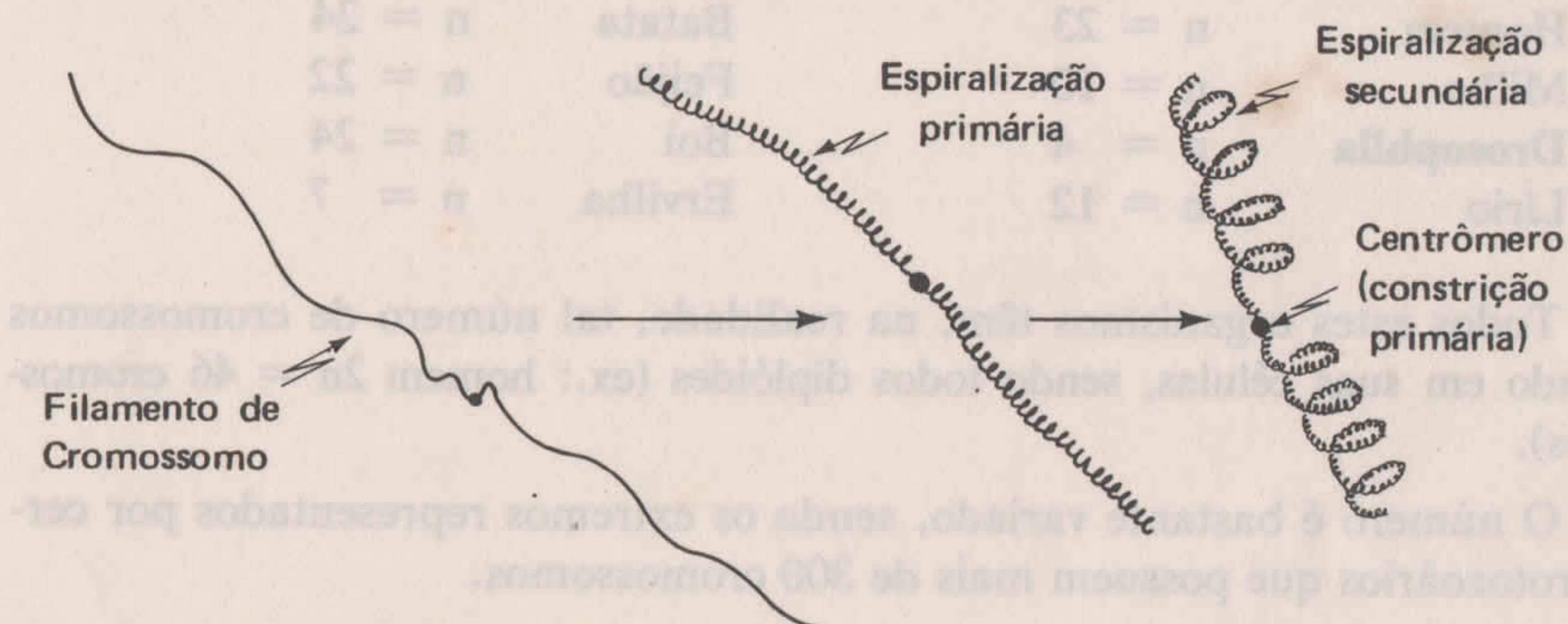


Fig. 2.42 — Cromossomo

Dependendo do tamanho relativo dos braços dos cromossomos e da posição do centrômero, os cromossomos podem ser:

- acrocêntricos**: apresentam o centrômero próximo a uma extremidade e, como consequência, braços desiguais.
- metacêntricos**: apresentam o centrômero em posição bem mediana.
- submetacêntricos**: apresentam o centrômero próximo da região mediana.
- telocêntricos**: apresentam o centrômero em posição apical.

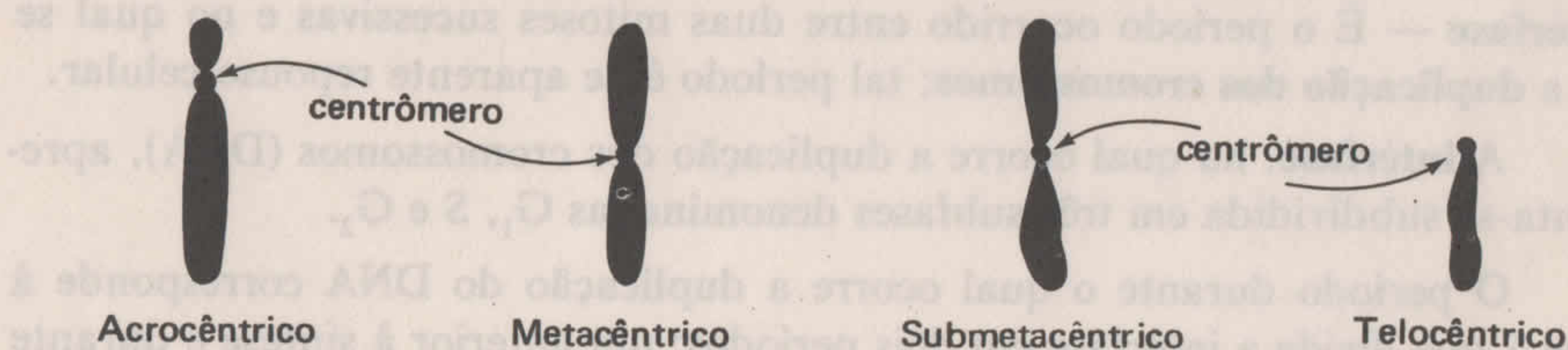


Fig. 2.43 — Tipos de cromossomos

Além do centrômero, que é uma **constricção primária**, alguns cromossomos apresentam em um dos braços uma **constricção secundária**. Nesta região é que se forma o nucléolo.

O número de cromossomos é constante dentro de uma mesma espécie. Por exemplo, o homem possui 46 cromossomos, isto é, todas as células que formam o organismo humano, com exceção das células reprodutoras (gametas), apresentam 46 cromossomos em 23 pares. Dizemos pares porque cada núcleo possui pares idênticos de cada cromossomo denominados **cromossomos homólogos** e, por apresentarem dois conjuntos idênticos de cromossomos, dizemos que o núcleo é **diplóide**, representado por $2n$ (n = número de tipos de cromossomos da espécie). Cada conjunto (n) é chamado **haplóide**. Assim, temos:

Homem	$n = 23$	Batata	$n = 24$
Milho	$n = 10$	Feijão	$n = 22$
Drosophila	$n = 4$	Boi	$n = 24$
Lírio	$n = 12$	Ervilha	$n = 7$

Todos estes organismos têm, na realidade, tal número de cromossomos dobrado em suas células, sendo todos diplóides (ex.: homem $2n = 46$ cromossomos).

O número é bastante variado, sendo os extremos representados por certos protozoários que possuem mais de 300 cromossomos.

Mitose — É o processo pelo qual uma célula dá origem a duas “células-filhas”. Cada uma dessas células pode crescer até seu tamanho “máximo” e, então, dividir-se novamente. A mitose constitui um conjunto de processos que asseguram a distribuição **igual**, nas células-filhas, do número de cromossomos **PREVIAMENTE DUPLICADOS**. A mitose também é denominada **divisão celular somática** (soma = corpo).

Em verdade, durante a divisão celular, a célula experimenta uma série de modificações sucessivas que terminam por formar duas iguais à anterior. Para facilidade didática, dividimos a mitose em algumas fases.

Intérfase — É o período ocorrido entre duas mitoses sucessivas e no qual se dá a **duplicação dos cromossomos**; tal período é de aparente repouso celular.

A **intérfase**, na qual ocorre a duplicação dos cromossomos (DNA), apresenta-se subdividida em três subfases denominadas G_1 , S e G_2 .

O período durante o qual ocorre a duplicação do DNA corresponde à fase S que divide a intérfase em dois períodos: um anterior à síntese e durante o qual o núcleo é diplóide ($2n$) — **fase G_1** (do inglês **gap** = intervalo) — e outro que se segue à síntese, durante o qual o núcleo é tetraplóide — **fase G_2** .

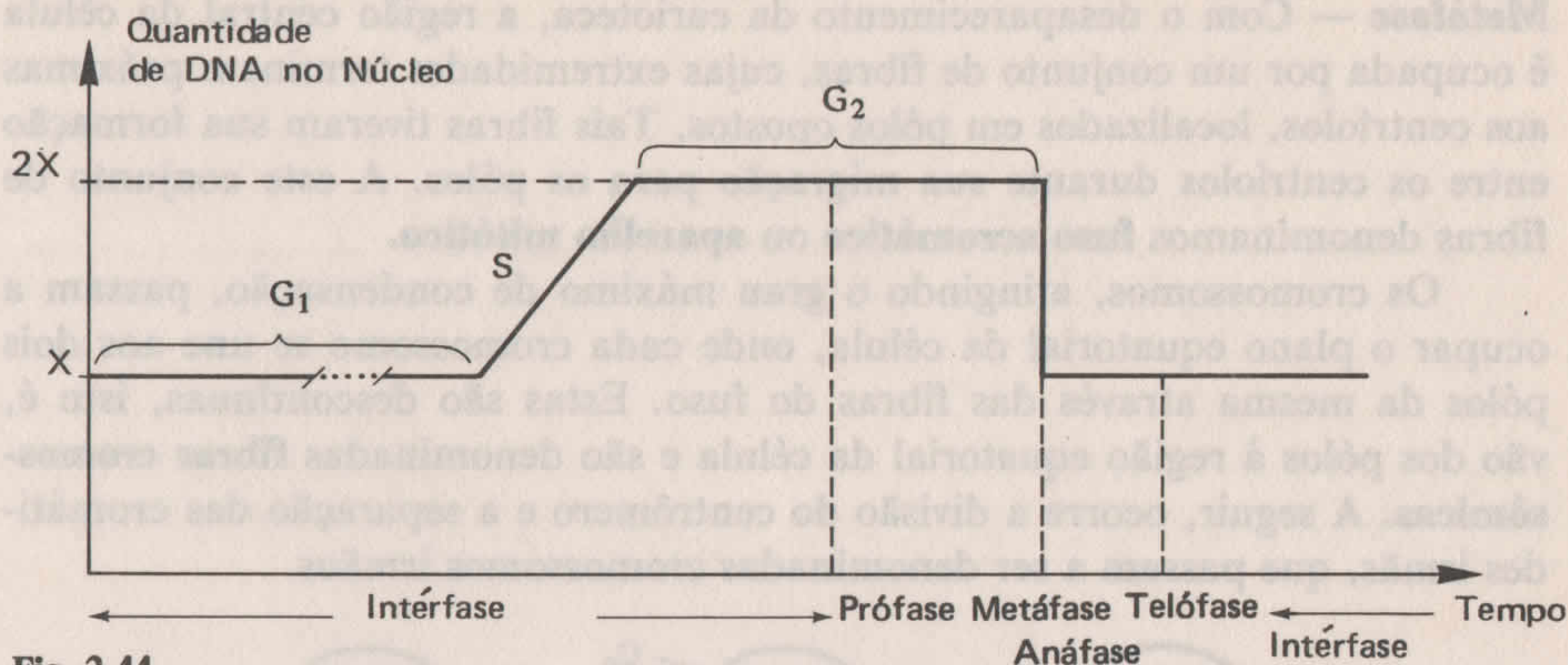


Fig. 2.44

Prófase — É a primeira e mais longa fase do processo mitótico. Os cromossomos no interior do núcleo começam a se enrolar progressivamente, transformando-se inicialmente em fios longos e delgados. À medida que a prófase prossegue, os cromossomos tornam-se cada vez mais enrolados (espiralados) com o quê ficam mais evidentes, podendo-se notar que cada cromossomo é constituído por duas cromátides unidas pela região do centrômero.

O(s) nucléolo(s) torna(m)-se cada vez menos evidente(s) até o desaparecimento no final da prófase. No citoplasma, os dois centríolos começam a migrar em direções opostas. A medida que os centríolos se separam, pode-se notar a presença de fibras de proteínas entre eles. Com o prosseguir da prófase, em um determinado instante, a carioteca se rompe e os cromossomos espalham-se pelo citoplasma. É o fim da prófase e o início da **metáfase**.

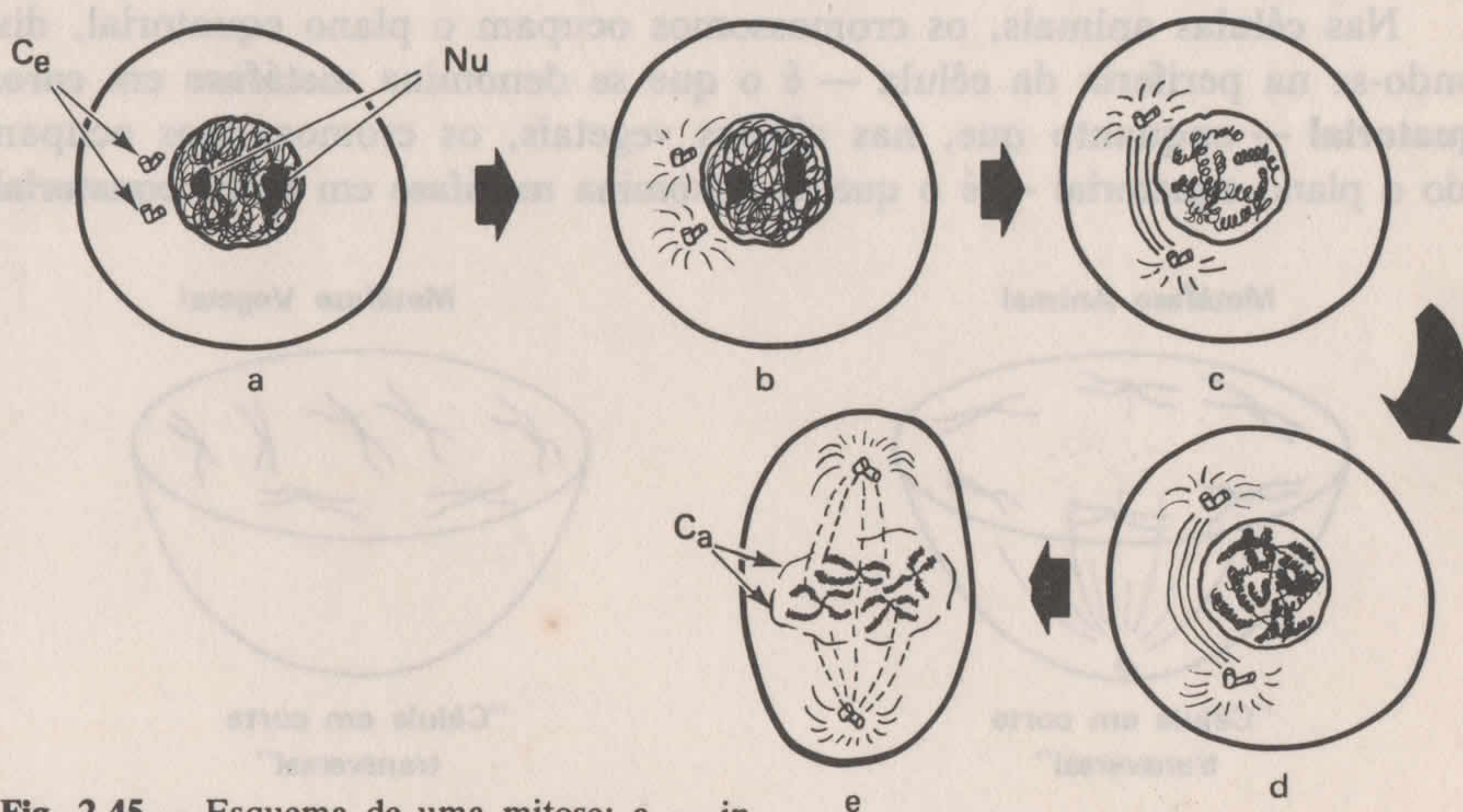


Fig. 2.45 — Esquema de uma mitose: a — in-terfase; b, c, d — prófase; e — metáfase

Metáfase — Com o desaparecimento da carioteca, a região central da célula é ocupada por um conjunto de fibras, cujas extremidades terminam próximas aos centríolos, localizados em pólos opostos. Tais fibras tiveram sua formação entre os centríolos durante sua migração para os pólos. A este conjunto de fibras denominamos **fuso acromático** ou **aparelho mitótico**.

Os cromossomos, atingindo o grau máximo de condensação, passam a ocupar o plano equatorial da célula, onde cada cromossomo se une aos dois pólos da mesma através das fibras do fuso. Estas são descontínuas, isto é, vão dos pólos à região equatorial da célula e são denominadas **fibras cromossômicas**. A seguir, ocorre a divisão do centrômero e a separação das cromátides irmãs, que passam a ser denominadas cromossomos irmãos.

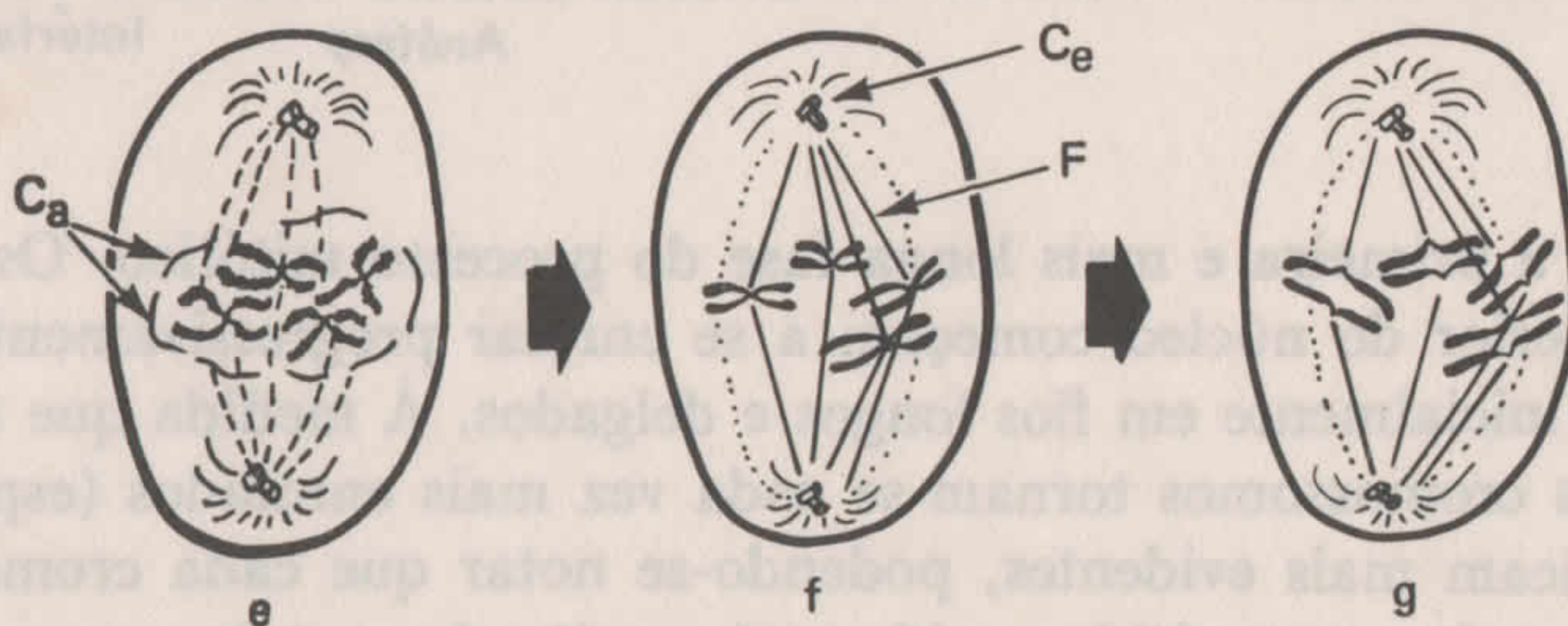


Fig. 2.46 — e, f — metáfase; g — anáfase

Nota: a metáfase é a fase de menor duração além de ser a de melhor observação dos cromossomos, permitindo seu estudo em relação a tamanho, número e forma (cariótipo).

Nas células animais, os cromossomos ocupam o plano equatorial, dispondo-se na periferia da célula — é o que se denomina **metáfase em coroa equatorial** — enquanto que, nas células vegetais, os cromossomos ocupam todo o plano equatorial — é o que se denomina **metáfase em placa equatorial**.



Fig. 2.47

Anáfase — É a fase da separação dos cromossomos irmãos para pólos opostos.



Fig. 2.48 — h, i, j — anáfase

A ascensão polar dos cromossomos ainda não é bem conhecida; entretanto, sabemos que as fibras cromossômicas intervêm nesses movimentos representando um “aparelho contrátil” que, devido ao “encurtamento” que sofrem e por estarem ligadas aos centrômeros dos cromossomos, leva consigo os cromossomos para pólos opostos durante seu “encurtamento”.

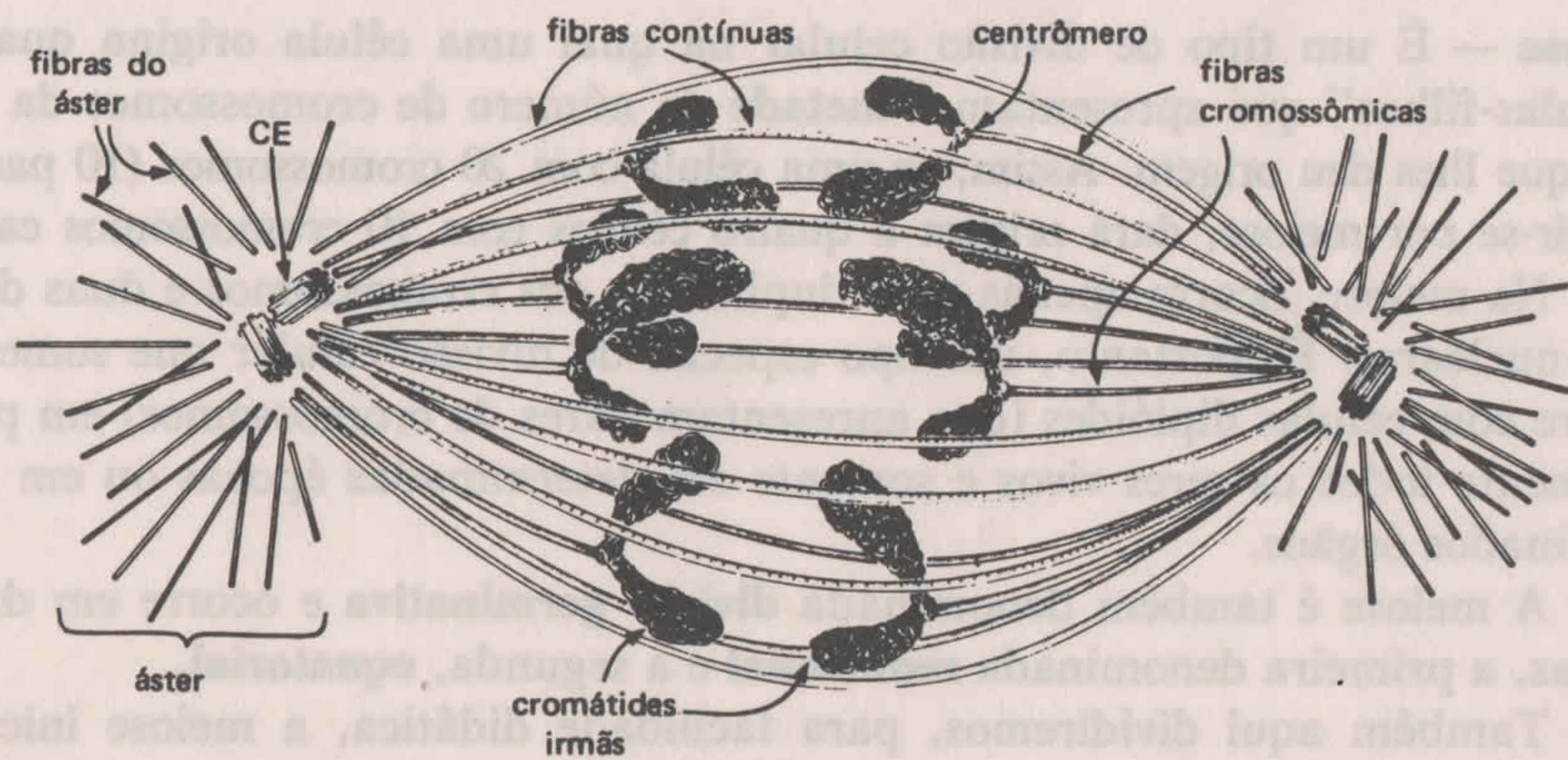


Fig. 2.49 — Interpretação do aparelho mitótico na anáfase. Os cromossomos irmãos, unidos às fibras cromossômicas do fuso, migram para pólos opostos (segundo Du Praw).

Telófase

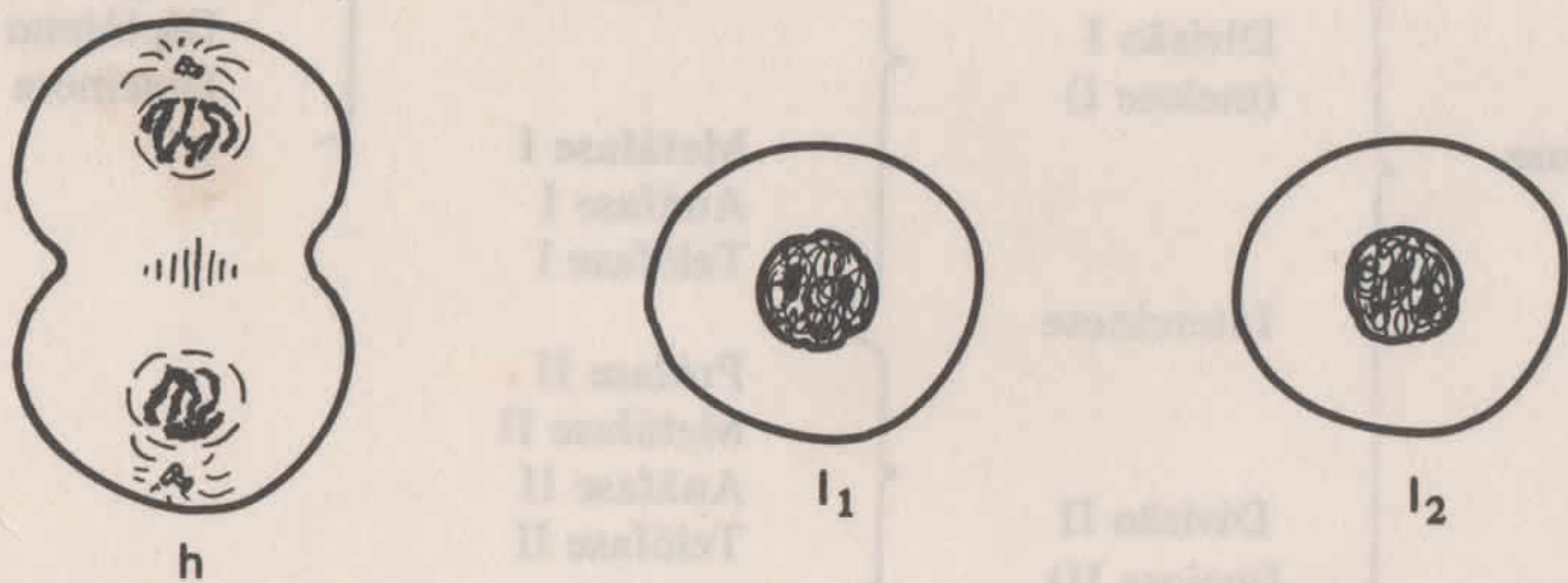


Fig. 2.50 — k, I₂, I₂ — telófase

Nesta fase, os cromossomos atingem pólos opostos, iniciam um processo de desespiralização, tornando-se filamentosos.

A telófase pode, de um modo geral, ser considerada o inverso da prófase. Forma-se a membrana nuclear, reaparecem os nucléolos e, em seguida, ocorre a divisão do citoplasma (citocinese ou plasmodierese).

Esta divisão ocorre nas células animais e vegetais por **estrangulação e neoformação**, respectivamente. Tais processos recebem o nome de **divisão centrípeta**, em células animais, e de **divisão centrífuga** em células vegetais.

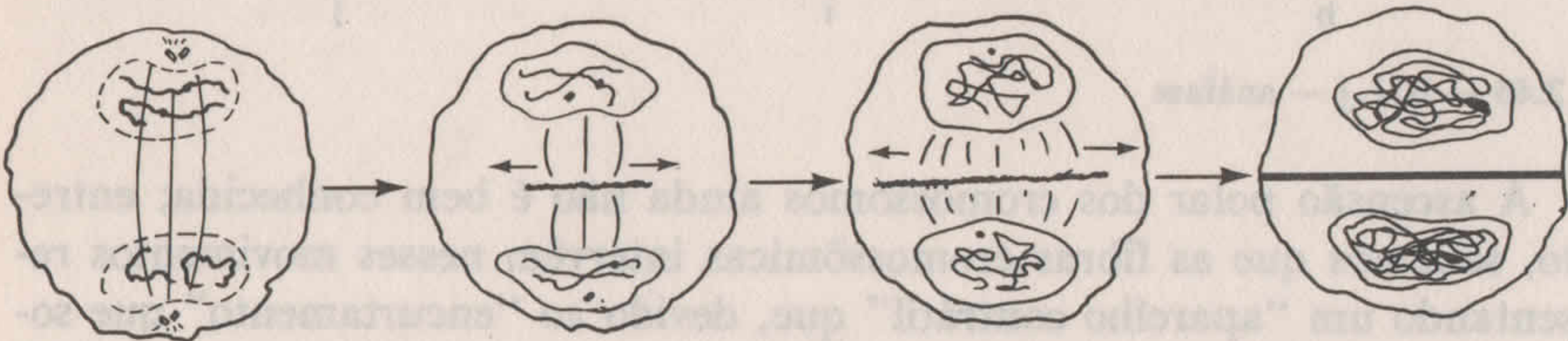


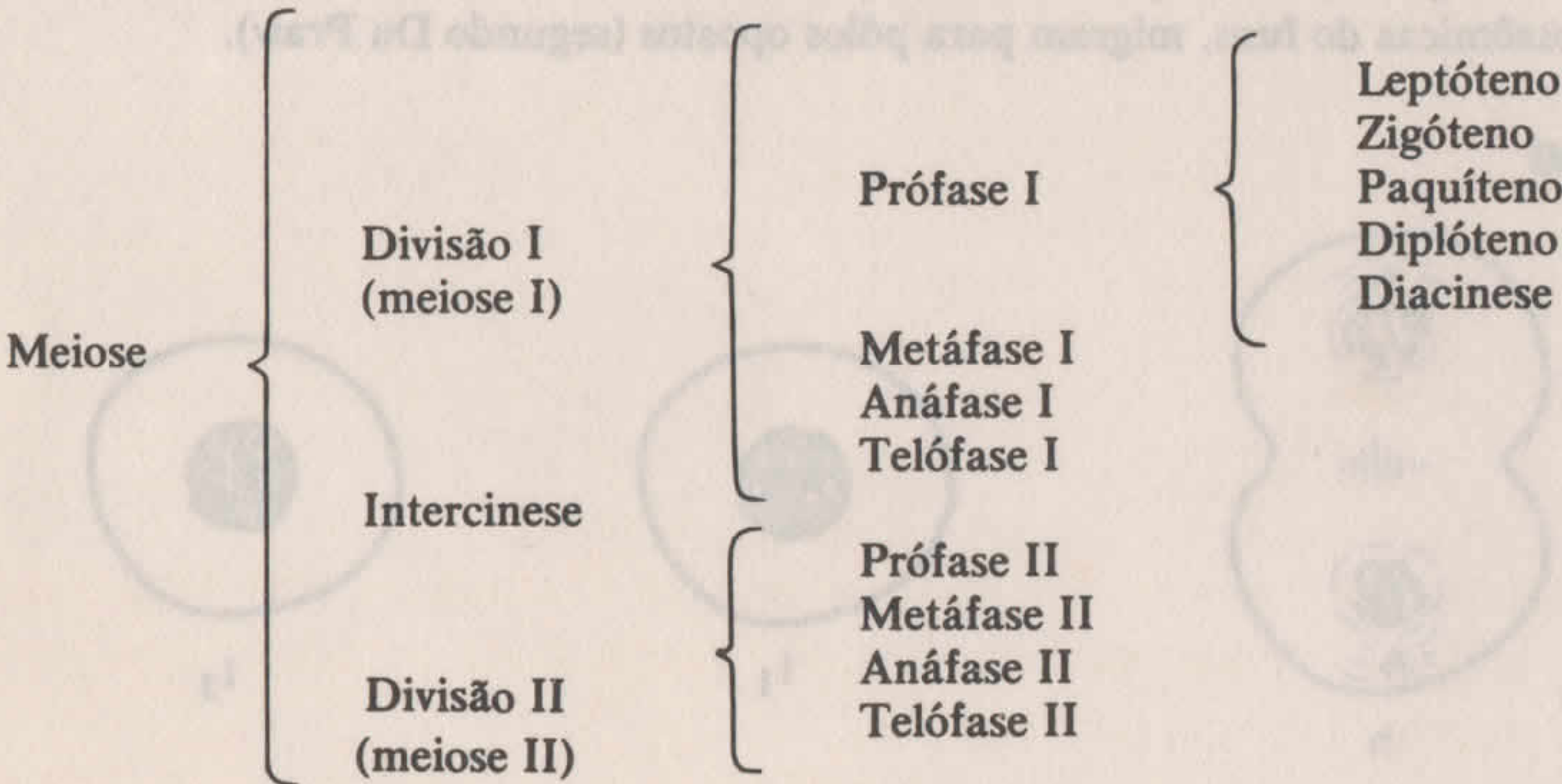
Fig. 2.51 — Telófase centrífuga (célula vegetal)

Meiose — É um tipo de divisão celular na qual uma célula origina quatro “células-filhas” que apresentam a **metade** do número de cromossomos da célula que lhes deu origem. Assim, se uma célula com 20 cromossomos (10 pares) dividir-se por meiose, dará origem a quatro células com 10 cromossomos cada.

Na meiose, ocorre apenas uma duplicação dos cromossomos e duas divisões nucleares. É, portanto, um tipo especial de divisão celular que somente ocorre com células diplóides (que apresentam pares de cromossomos) em praticamente todos os seres vivos e somente em determinadas épocas ou em determinados órgãos.

A meiose é também denominada **divisão germinativa** e ocorre em duas etapas, a primeira denominada **reducional** e a segunda, **equatorial**.

Também aqui dividiremos, para facilidade didática, a meiose inicialmente em suas etapas com suas respectivas fases.



Podemos esquematizar o processo meiótico da seguinte forma:

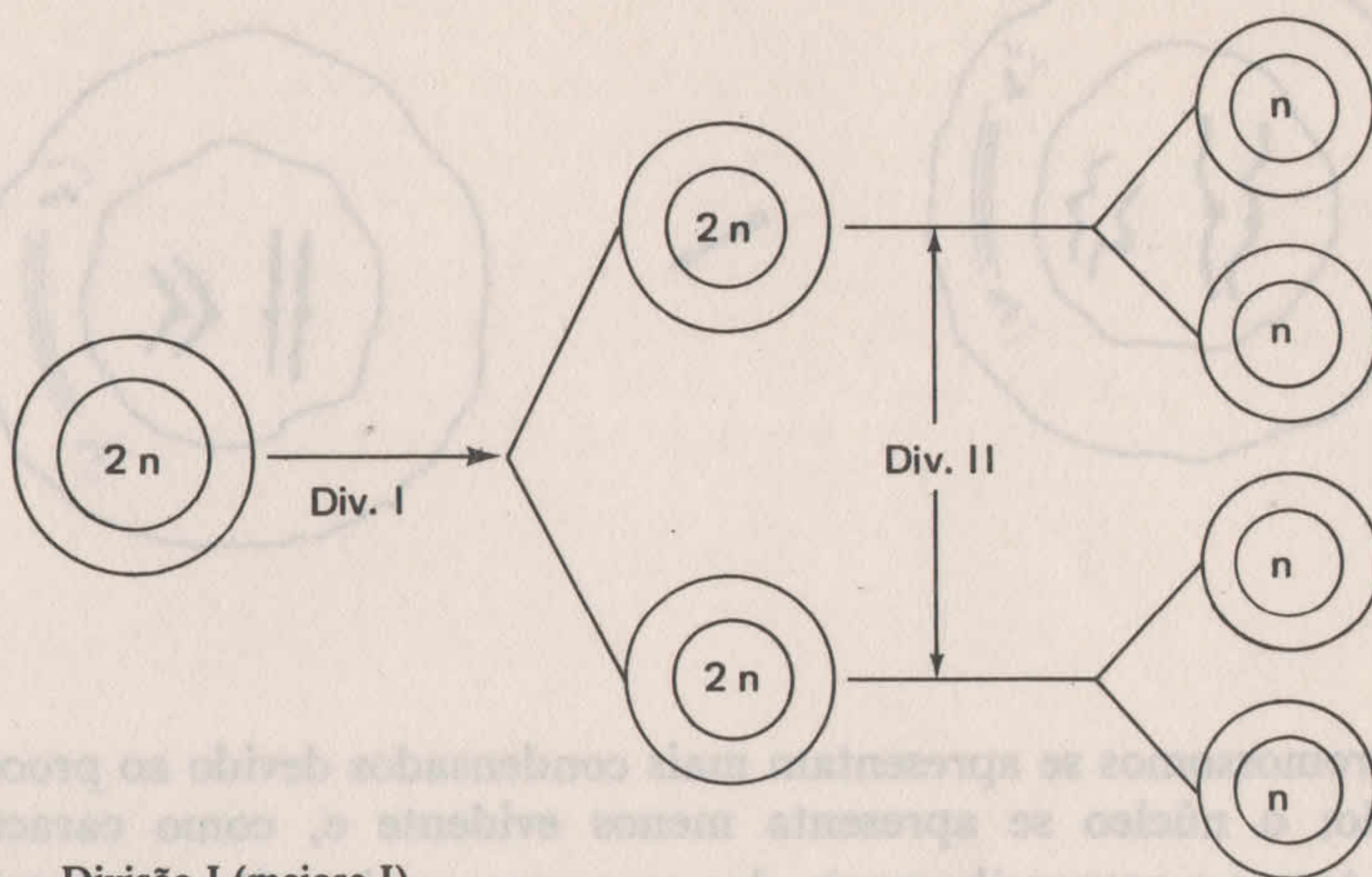


Fig. 2.52 — Divisão I (meiose I)

Divisão I (meiose I)

Prófase I — É a fase mais longa de toda a meiose. Os cromossomos já se apresentam **DUPLICADOS** (o que ocorre na intérfase), sendo que, neste período, reconhecemos alguns subestágios. Assim, temos (para o citoplasma, valem as mesmas observações vistas na mitose):

Leptóteno (**leptos** = fino)

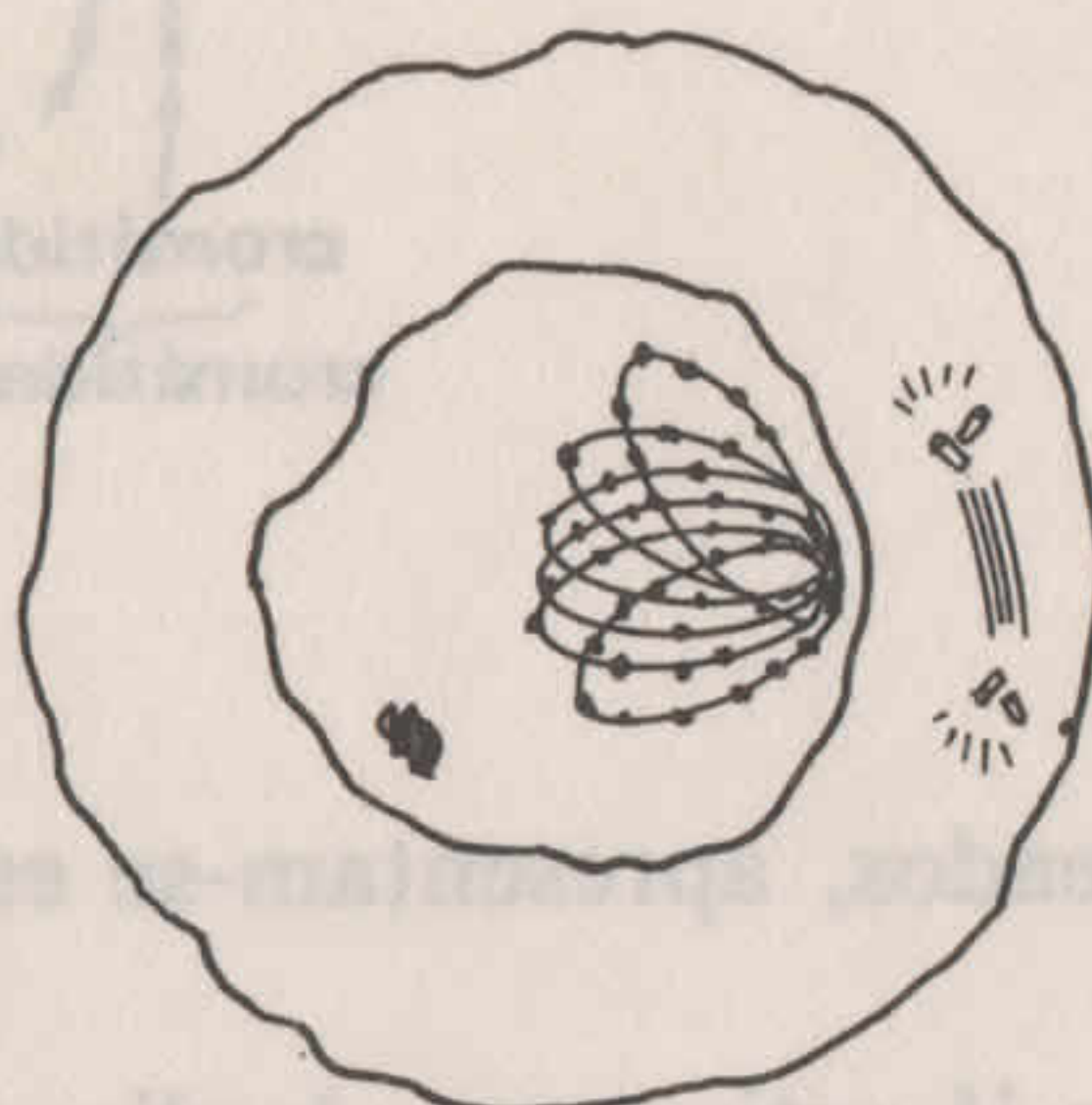


Fig. 2.53

Os cromossomos aparecem como longos filamentos não espiralados com disposição irregular tendendo a uma polarização para o lado do centro-celular, figura que recebe o nome de **bouquet**.

Zigóteno (**zigos** = união)

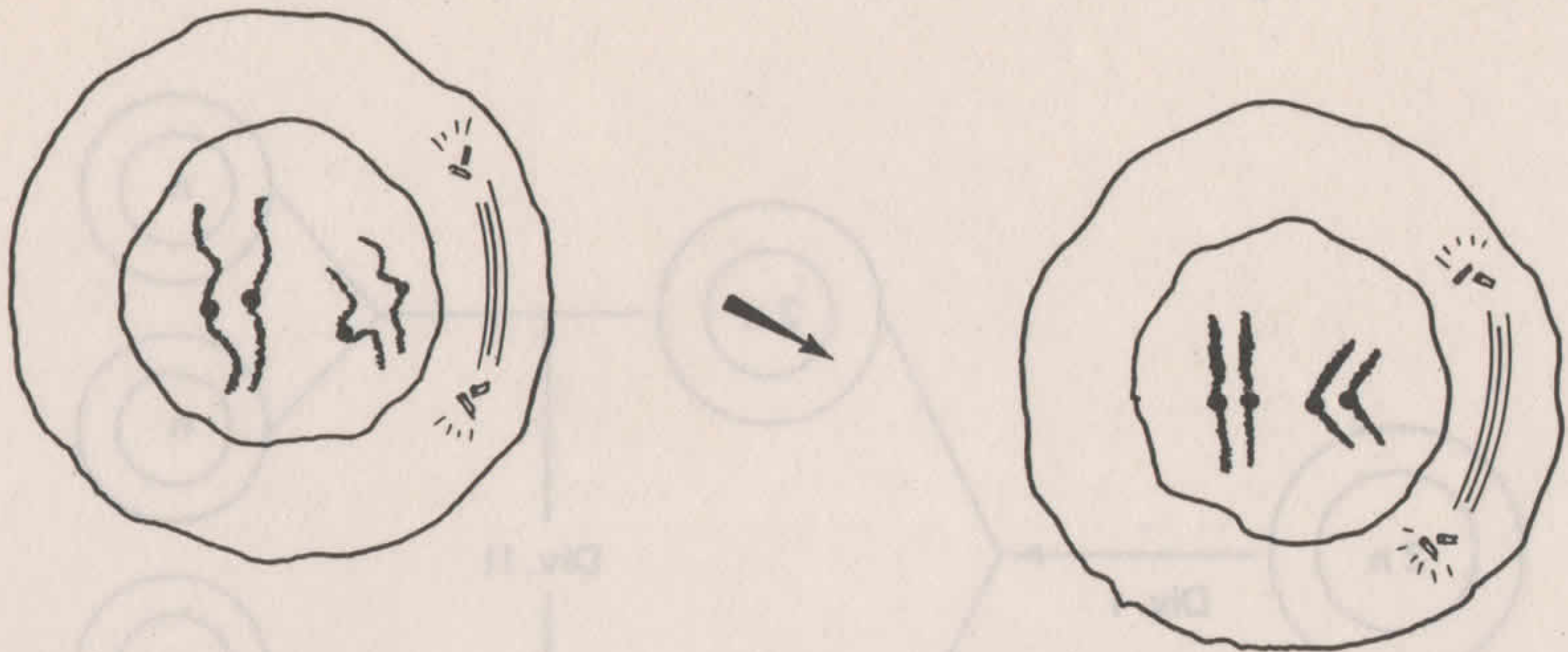


Fig. 2.54

Os cromossomos se apresentam mais condensados devido ao processo de espiralação; o núcleo se apresenta menos evidente e, como característica principal, temos o emparelhamento dos cromossomos homólogos. A tal união dá-se o nome de **sinápse** e cada par é denominado agora **gemini** ou **bivalente**. O emparelhamento geralmente inicia-se por uma das extremidades.

Paquíteno (paquis = grosso)

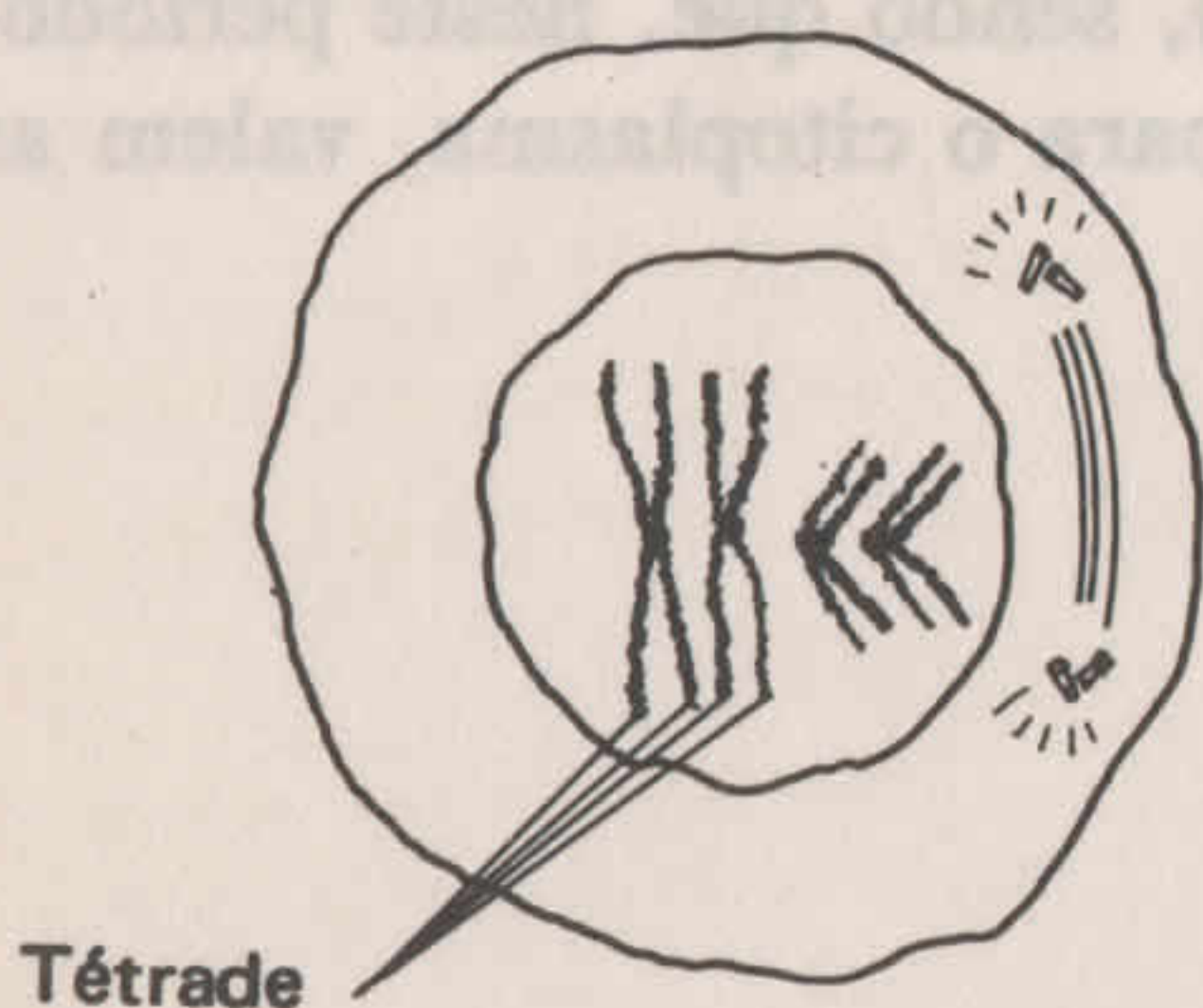
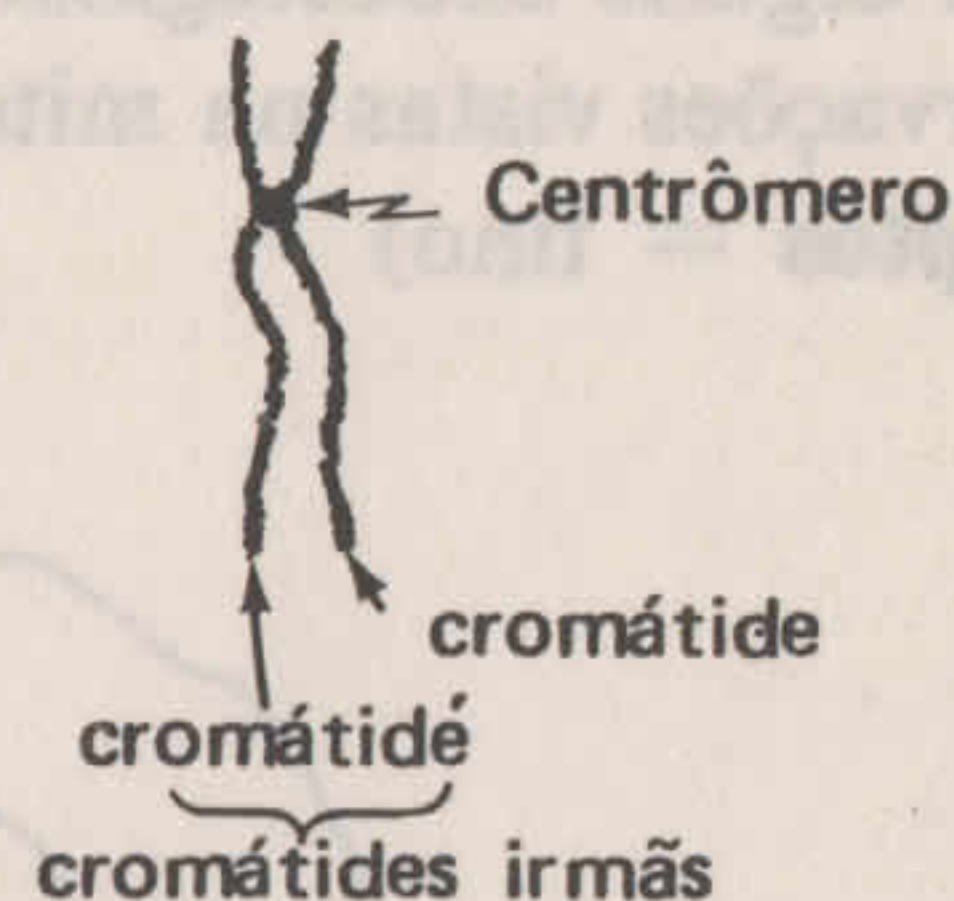


Fig. 2.55

Nota: Cromossomo bivalente



Os cromossomos, já pareados, apresentam-se espessados graças ao processo de espiralação.

Embora os cromossomos já estivessem duplicados “desde a intérfase”, nas duas subfases anteriores (leptóteno e zigóteno), os mesmos não aparentavam ser constituídos por dois fios unidos pelo centrômero, isto porque, sendo muito finos, não podem ser distinguidos como tal ao microscópio comum. No entanto, com a progressiva condensação de cada cromátide isoladamente, nesta fase aparecem nitidamente como dois fios (cromátides) unidos pelo centrômero. As cromátides de cada cromossomo duplicado são chamadas **cromátides irmãs**.

Diplóteno

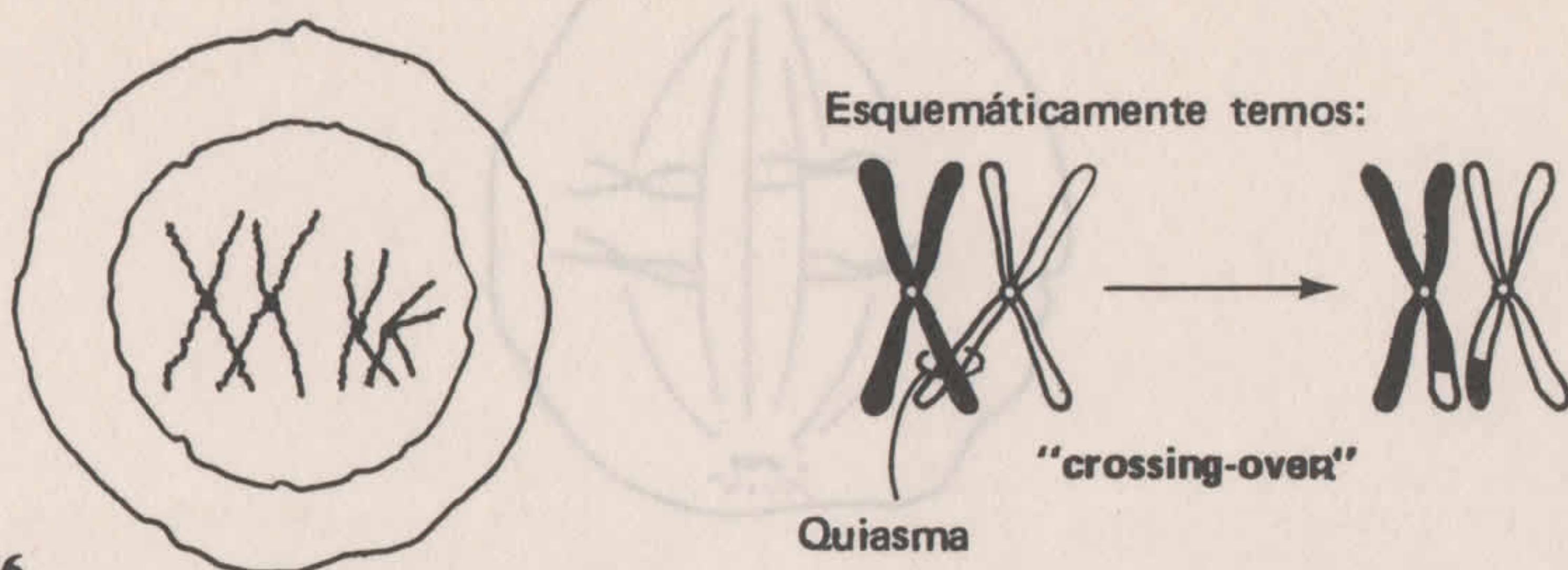


Fig. 2.56

Nesta fase, cada par de cromátides irmãs começa a se separar do outro par. Mas, enquanto estiveram emparelhados, os cromossomos homólogos puderam trocar pedaços. Assim, a cromátide de um cromossomo trocou um ou alguns pedaços com a cromátide de seu homólogo. Todavia, era impossível distinguir essa troca, uma vez que os cromossomos estavam muito próximos. No entanto, à medida que os cromossomos começam a se separar, nota-se que houve a troca, denominada "crossing-over".

Em consequência dessa troca ou "permutação", os cromossomos apresentam-se com as cromátides cruzadas. O cruzamento das cromátides homólogas, que aparece em alguns bivalentes, denomina-se **quiasma**. Pela presença dos quiasmas, pode-se saber quantos "crossing-over" ocorreram e em quais cromossomos. O quiasma é, portanto, consequência da permutação.

Note-se, também que, devido ao cruzamento entre as cromátides homólogas, figuras com formato de cruz ou X se formam como consequência do "crossing-over".

Diacinese

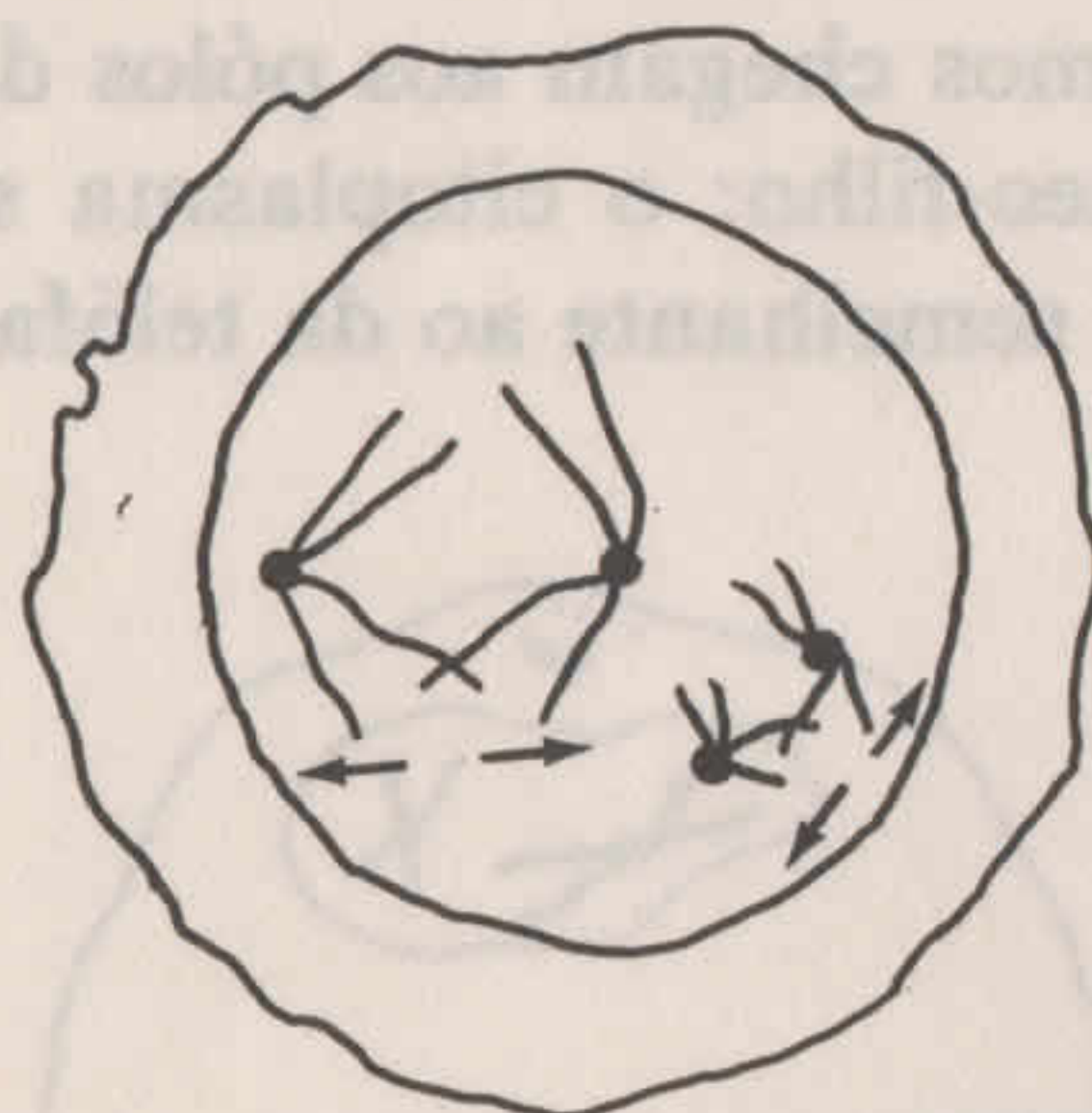


Fig. 2.57

É a fase de terminalização dos quiasmas, isto é, eles se deslocam para as extremidades dos cromossomos, devido à separação entre os homólogos, até a separação total.

Metáfase I

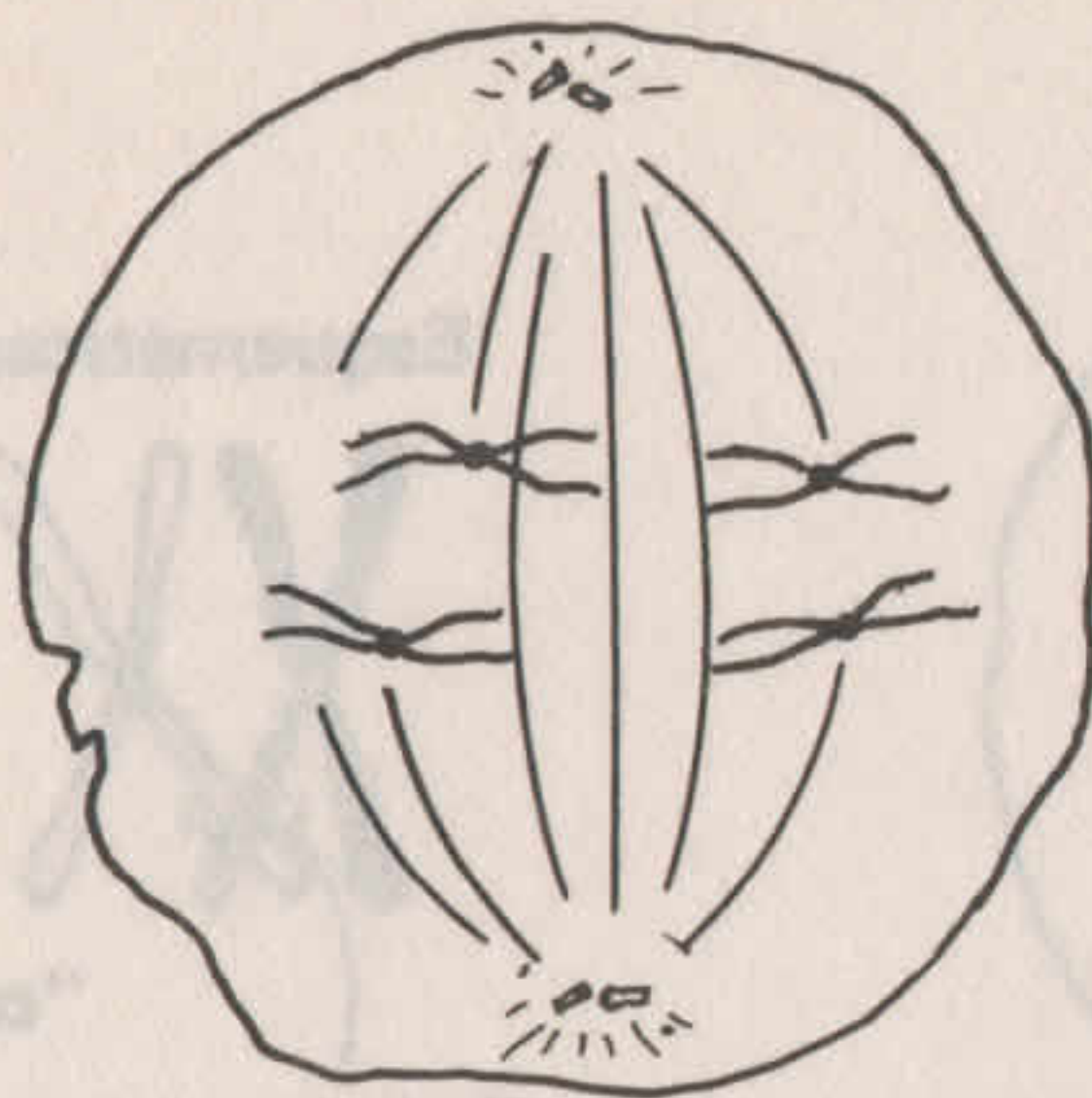


Fig. 2.58

Corresponde ao arranjo dos bivalentes no plano equatorial de maneira semelhante à metáfase da mitose. A carioteca, nesta fase, desaparece.

Anáfase I

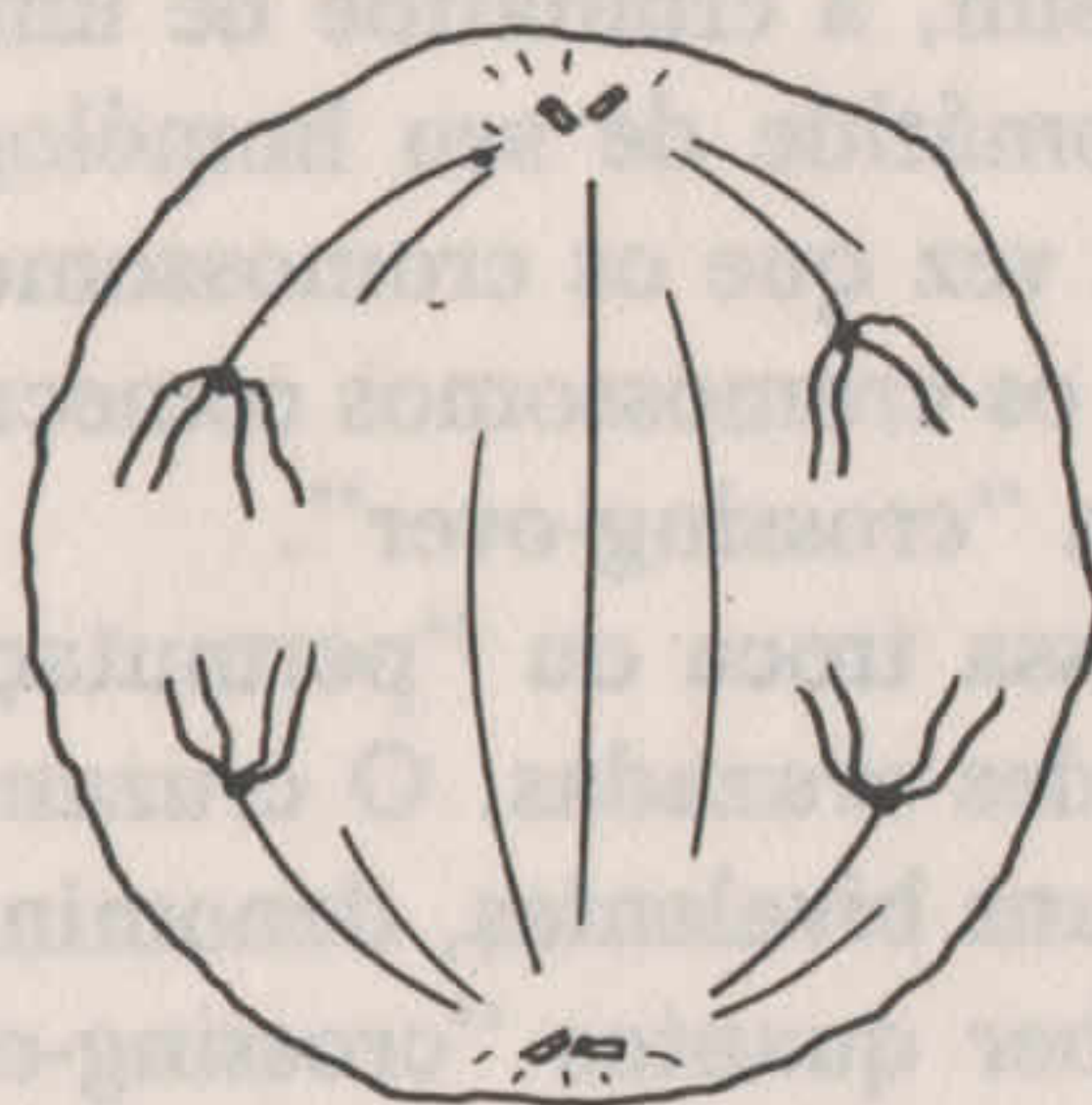


Fig. 2.59

Nesta fase, os cromossomos homólogos (que há pouco tempo atrás estavam pareados) migram para pólos opostos. Cada cromossomo homólogo continua sendo constituído por 2 cromátides unidas pelo centrômero. Não há, nesta fase, como na anáfase da mitose, separação dos centrômeros.

Telófase I — Os cromossomos chegam aos pólos da célula e a carioteca se refaz ao redor de cada núcleo-filho; o citoplasma se divide em duas porções. Também aqui o processo é semelhante ao da telófase da mitose.

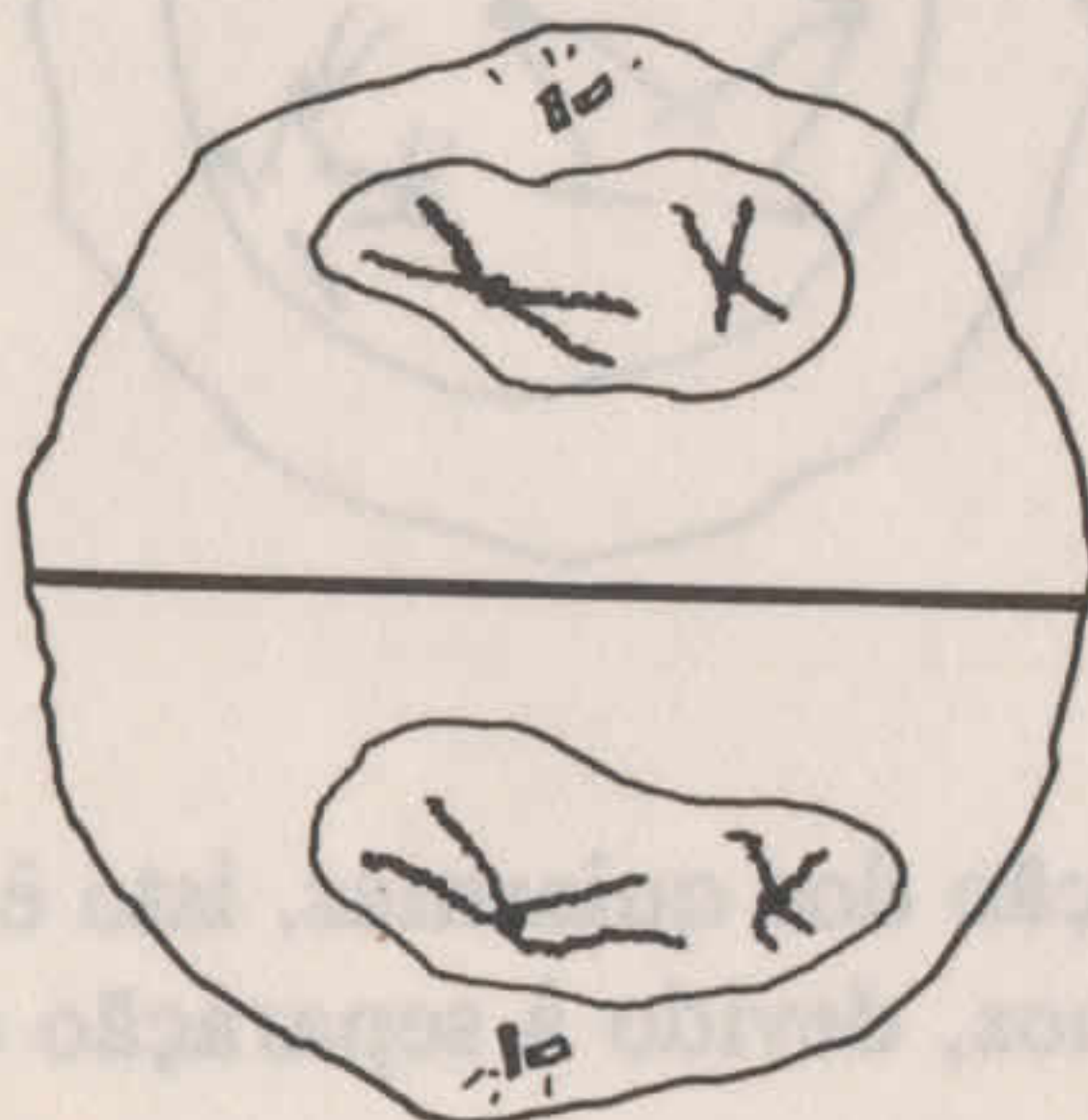


Fig. 2.60

Divisão II (meiose II) — Geralmente, após um curto período denominado **intercinese**, as duas células recém-formadas irão experimentar praticamente as mesmas transformações que em uma mitose, terminando por formar quatro novas células.

Prófase II — Extremamente rápida, uma vez que os cromossomos-já se encontram espiralados; desaparece a carioteca.

Metáfase II — Os cromossomos organizam-se no plano equatorial ainda ligados pelos centrômeros.

Anáfase II — Ocorre a separação dos centrômeros e, a seguir, a **separação das cromátides** (irmãs) que agora se denominam cromossomos filhos, indo cada cromátide para um pólo oposto.

Telófase II — Forma-se nova membrana nuclear e ocorre a divisão do citoplasma em um plano perpendicular ao da divisão I, originando 4 células-filhas, que apresentam a metade do número de cromossomos da célula-mãe original.

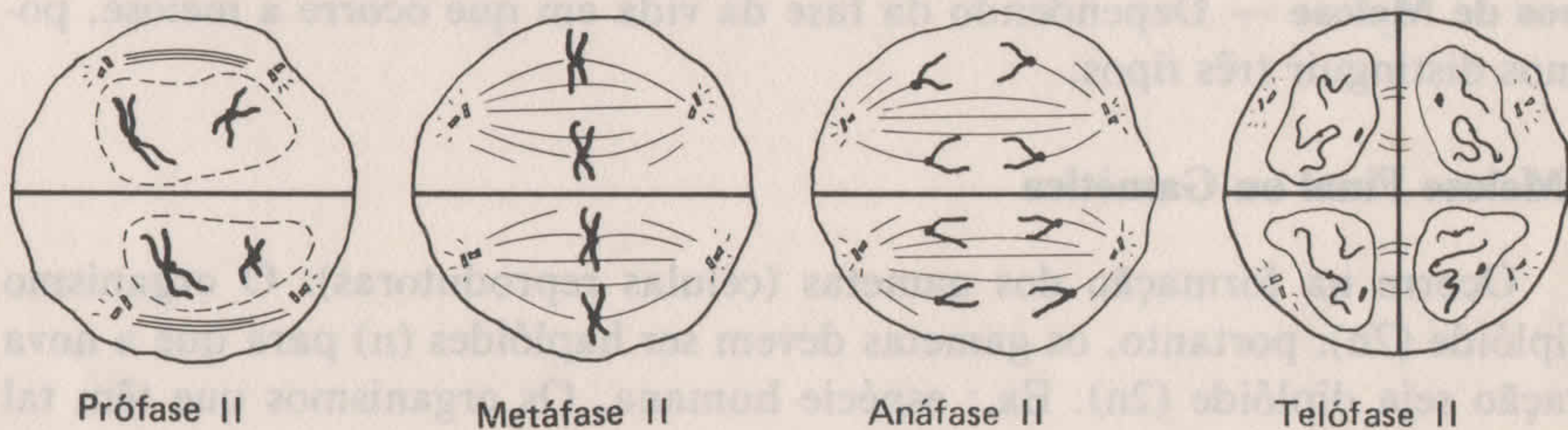
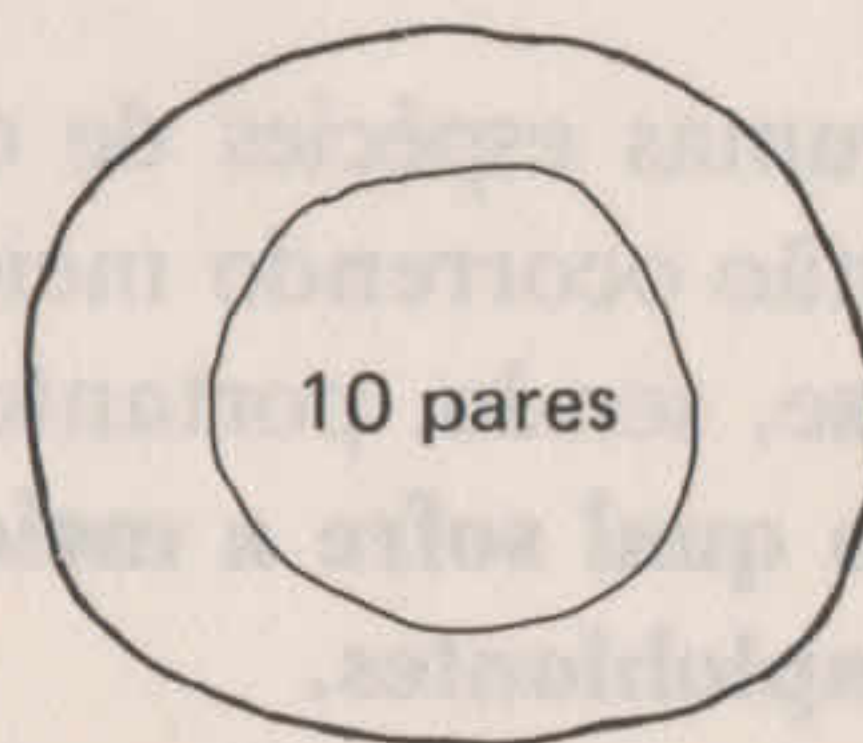


Fig. 2.61 — Divisão II

Importância da Meiose — Como encontramos cromossomos aos pares (diplóides = $2n$) nas células da maioria dos seres vivos, a **meiose permite a manutenção da constância do número de cromossomos da espécie**, pois a meiose ocorre durante a produção de gametas (células reprodutoras) que irão se apresentar com a metade do número de cromossomos (haplóides = n). A partir da união da célula reprodutora masculina (haplóide) com a célula reprodutora feminina (haplóide), forma-se uma única célula, o zigoto ou célula-ovo, que se apresentará com cromossomos aos pares (diplóides), reconstituindo, desta forma, o número de cromossomos próprio da espécie.

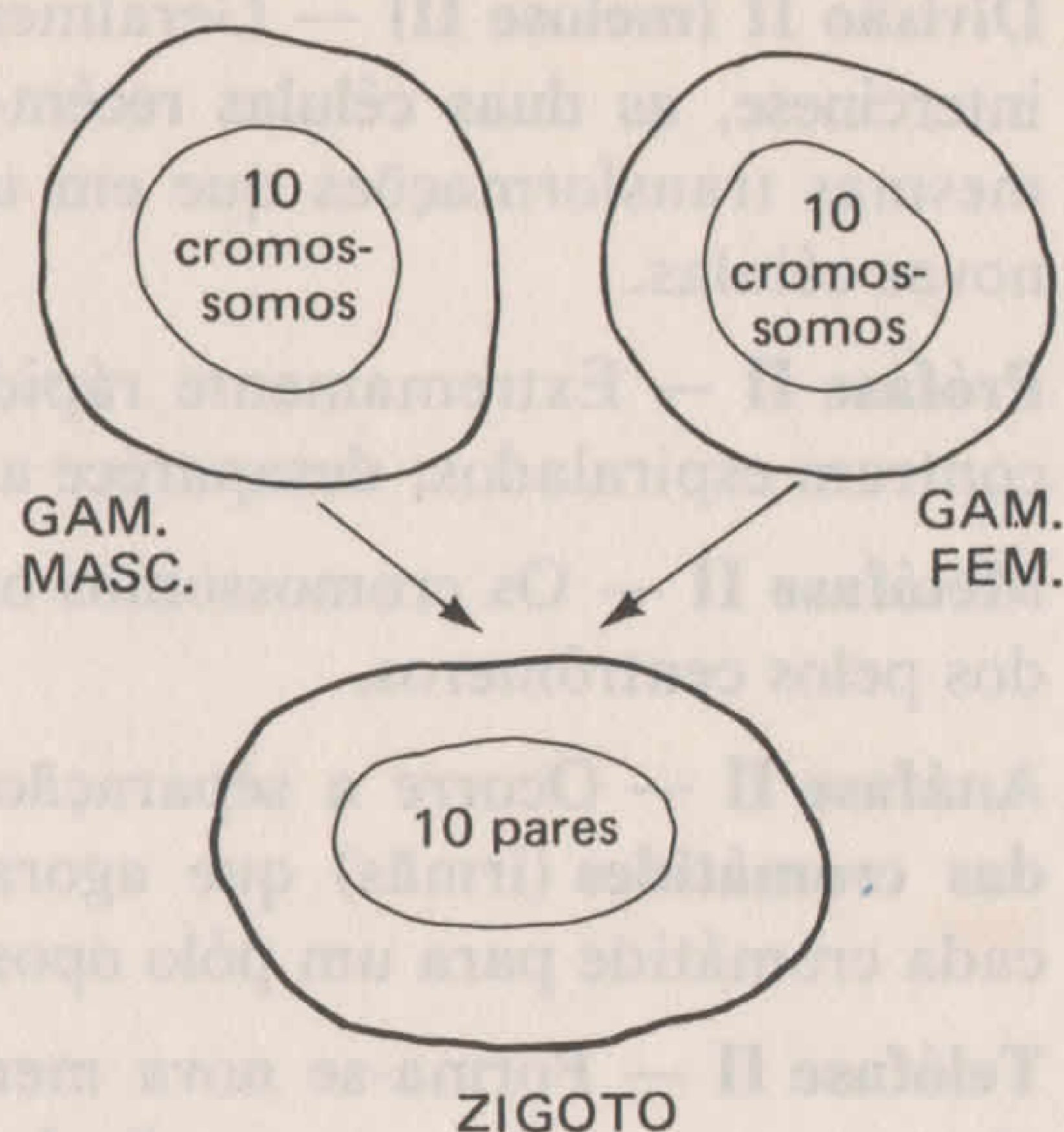
Exemplo

- 1) Considere um organismo com 10 pares de cromossomos (20 cromossomos) em cada célula.



2) Na formação dos gametas (células reprodutoras), **ocorre meiose**. Então, cada gameta terá 10 cromossomos.

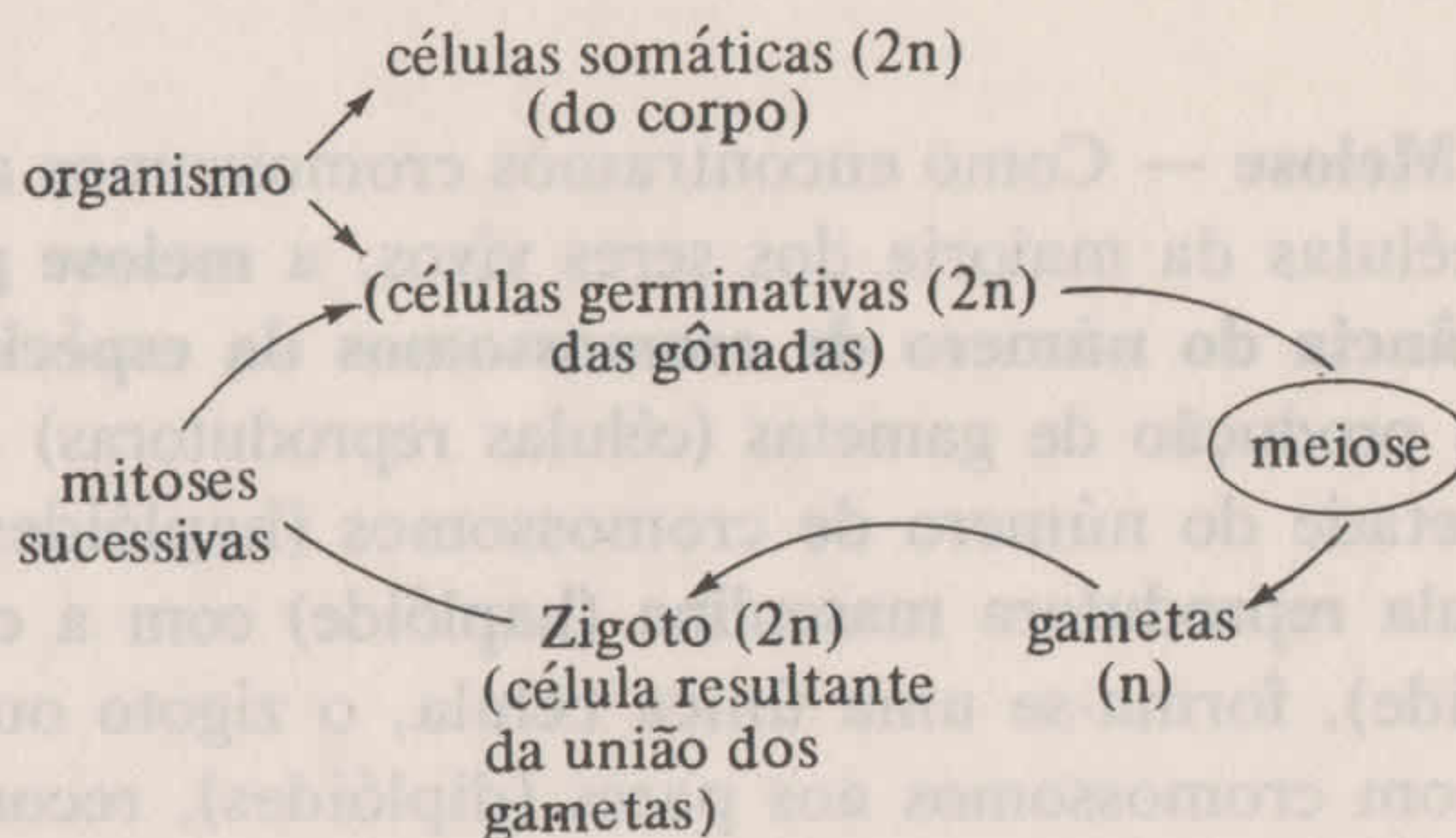
3) Com a união do gameta masculino com o gameta feminino, teremos uma nova célula, o **zigoto** ou célula-ovo, com 10 pares novamente ou 20 cromossomos.



Tipos de Meiose — Dependendo da fase da vida em que ocorre a meiose, podemos distinguir três tipos:

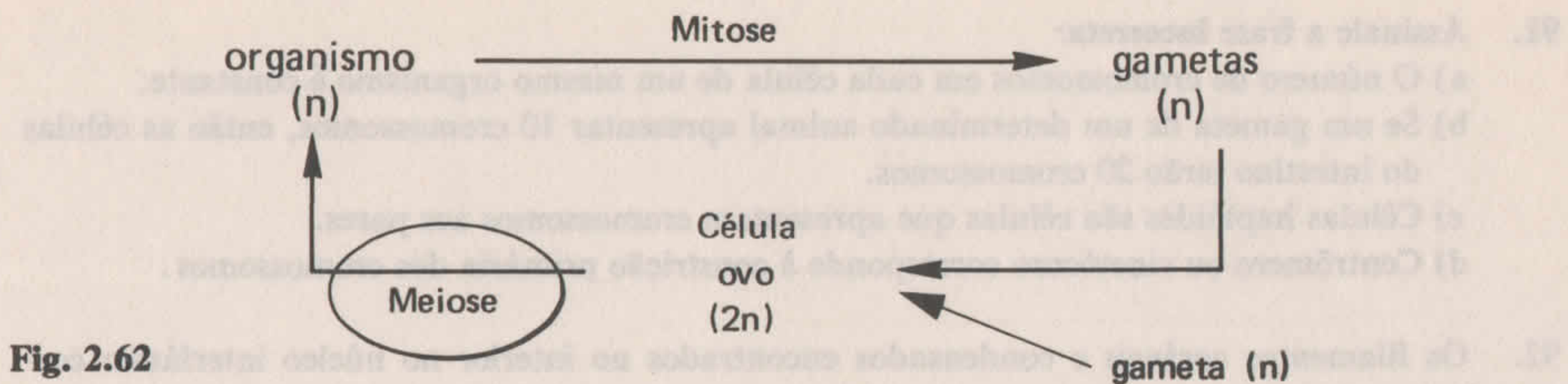
1º Meiose Final ou Gamética

Ocorre na formação dos gametas (células reprodutoras). O organismo é diplóide ($2n$); portanto, os gametas devem ser haplóides (n) para que a nova geração seja diplóide ($2n$). Ex.: espécie humana. Os organismos que têm tal ciclo de vida são chamados **diplobiontes**.



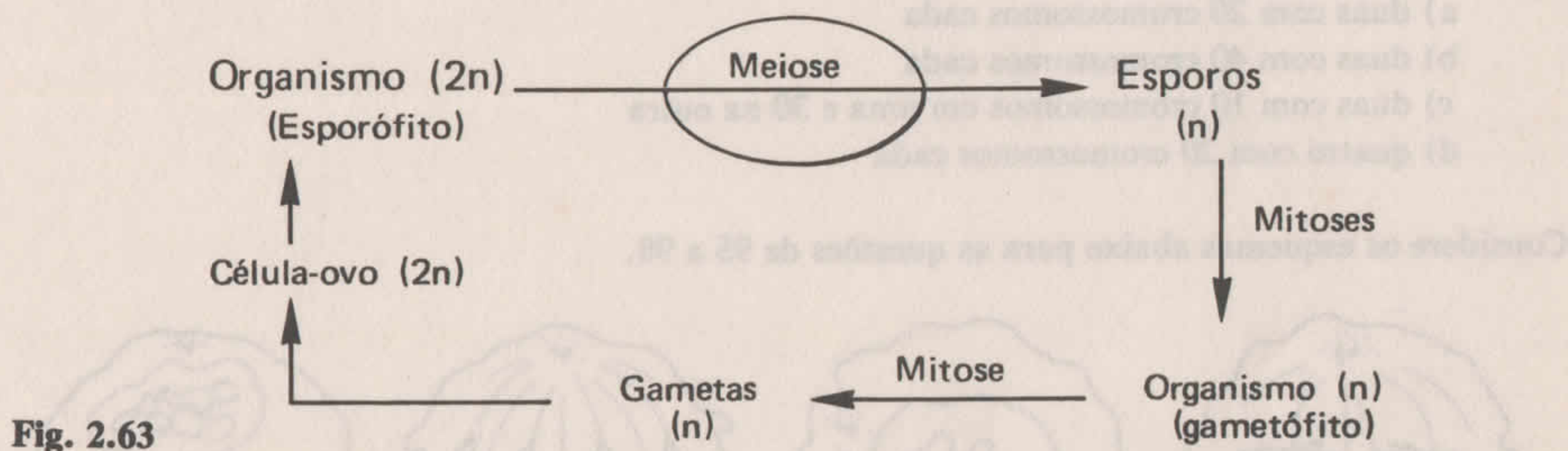
2º Meiose Inicial ou Zigótica

Algumas espécies de organismos, como certas algas e fungos, são haplóides (n), não ocorrendo meiose para a formação dos gametas. Estes se formam por mitose, sendo, portanto, haplóide (n). Da união dos gametas surge o **zigoto** ($2n$), o qual sofre a **meiose**. Organismos que têm tal ciclo de vida são chamados **haplobiontes**.



3º Meiose Intermediária ou Espórica

Ocorre na formação de esporos. Os organismos que apresentam tal meiose têm ciclo de vida alternante, isto é, uma geração haplóide e outra diplóide, e são denominados seres **haplodiplobiontes**. Ocorre com certas algas, samambaias, musgos etc.



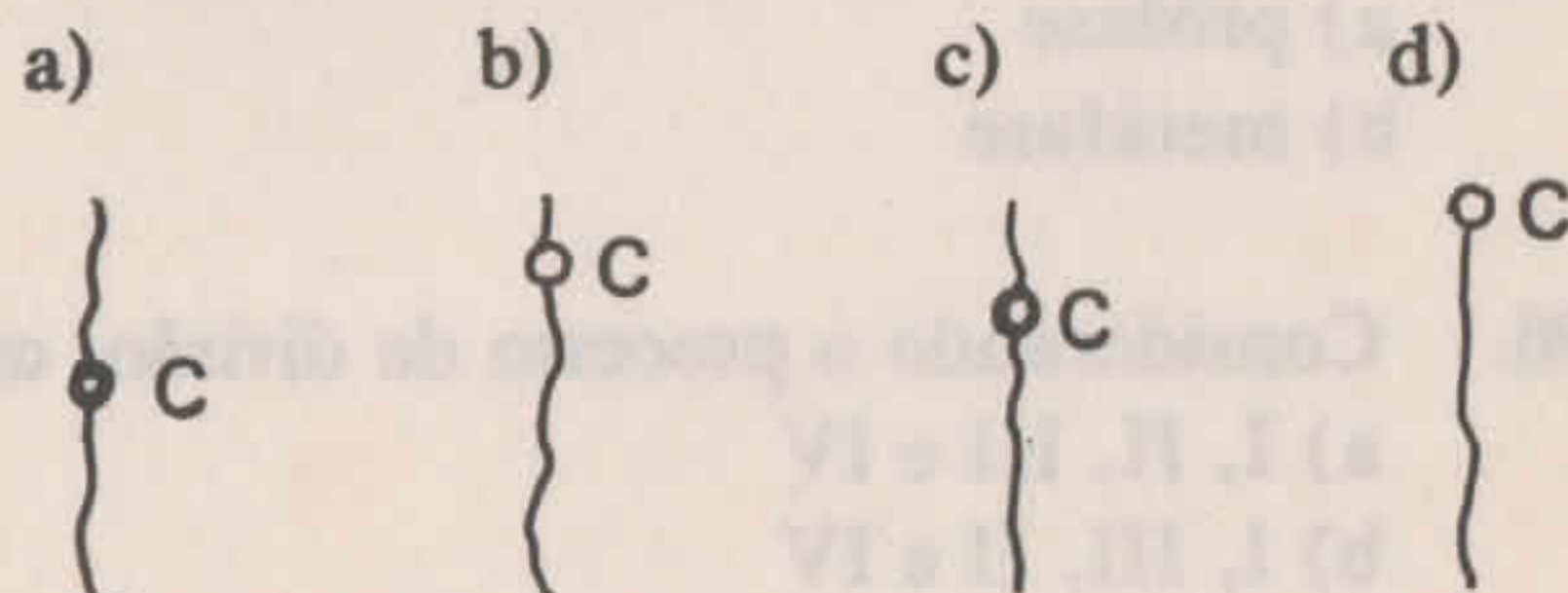
Endomitose — Quando a duplicação do DNA não for seguida de distribuição do material cromossômico entre duas células-filhas, fala-se em **endomitose**, como ocorre na formação dos **cromossomos politênicos** (gigantes) encontrados em glândulas salivares de insetos (moscas). Tais cromossomos juntam-se, inicialmente, aos pares e, depois, sofrem duplicações sucessivas sem se separarem. Tal mecanismo também é denominado **politenia**.

TESTES

86. Durante o processo de divisão celular, a visualização dos cromossomos deve-se à:
- espiralação
 - desintegração da membrana celular
 - posição do centrômero
 - n.d.a.

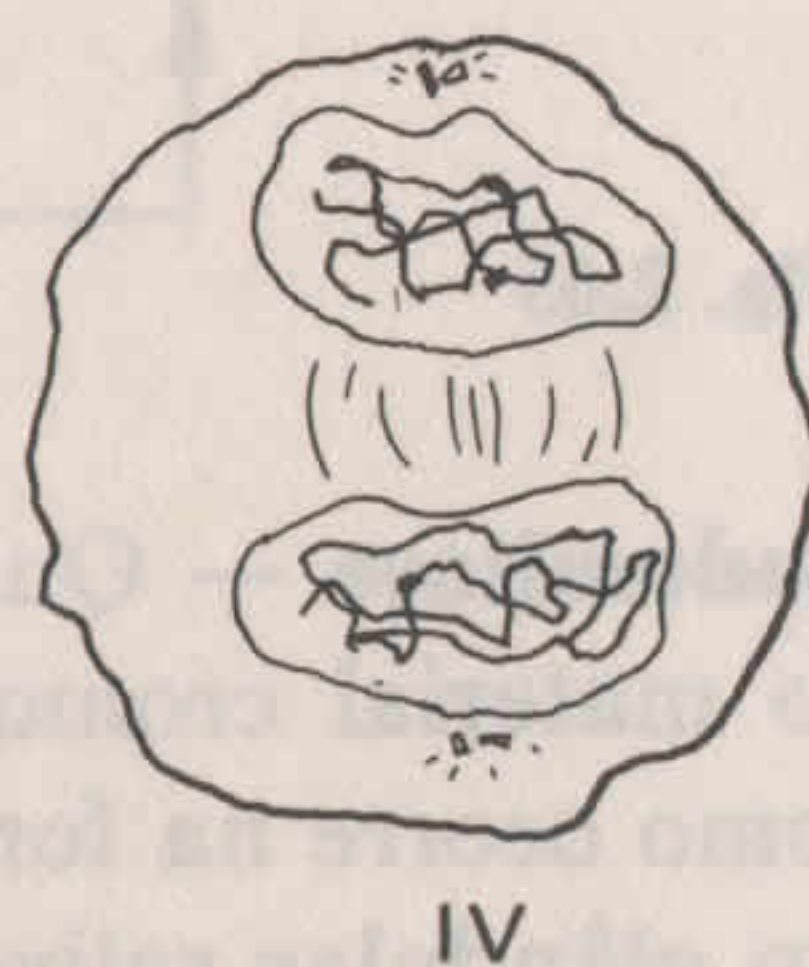
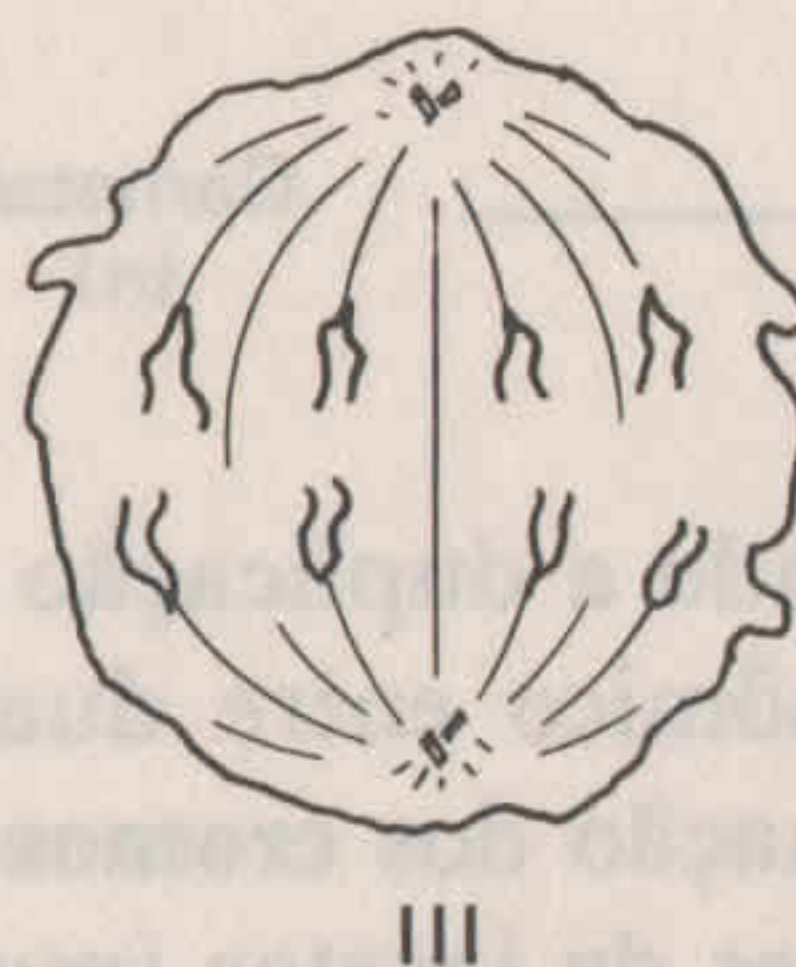
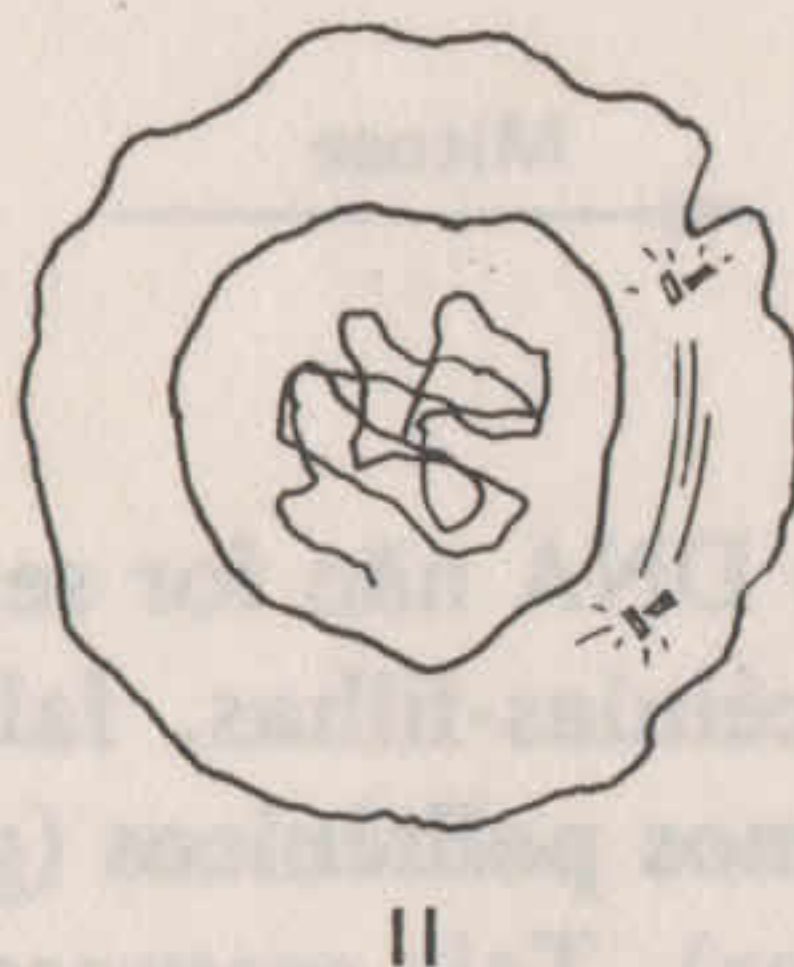
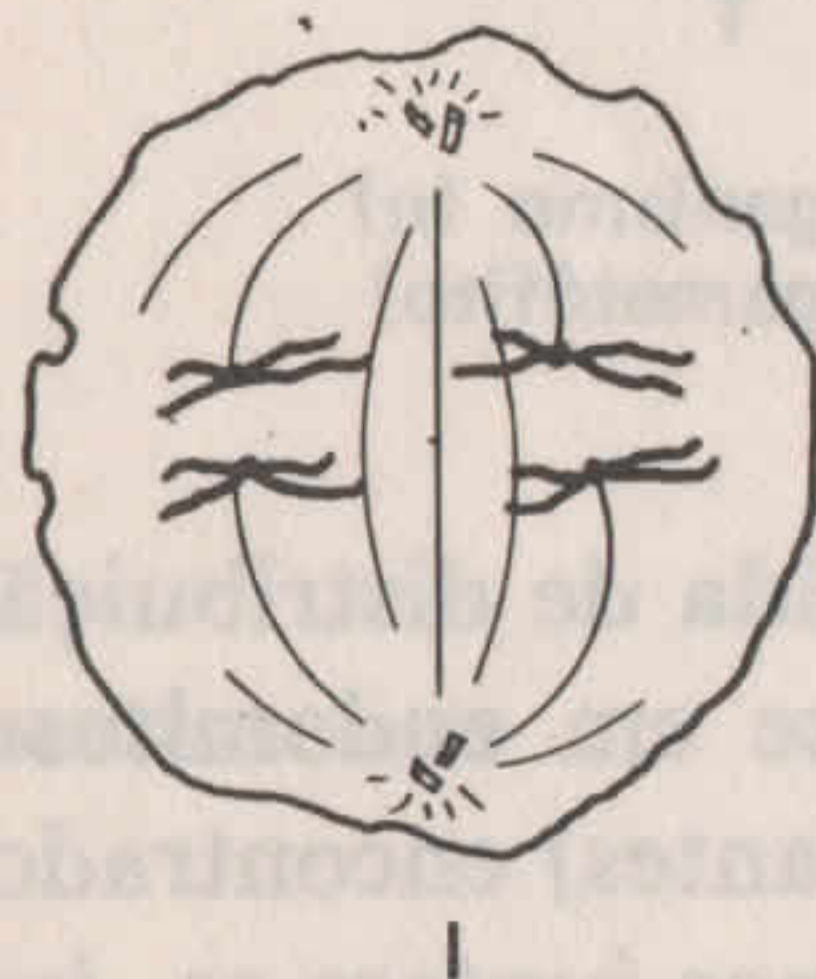
Associe:

- acrocêntrico ()
- telocêntrico ()
- metacêntrico ()
- submetacêntrico ()



91. Assinale a frase **incorreta**:
- O número de cromossomos em cada célula de um mesmo organismo é constante.
 - Se um gameta de um determinado animal apresentar 10 cromossomos, então as células do intestino terão 20 cromossomos.
 - Células haplóides são células que apresentam cromossomos aos pares.
 - Centrômero ou cinetócoro corresponde à constrição primária dos cromossomos.
92. Os filamentos coráveis e condensados encontrados no interior no núcleo interfásico correspondem:
- à cromatina
 - ao RNA
 - ao nucléolo
 - ao citoplasma
93. A duplicação do DNA ocorre durante a:
- prófase
 - intérfase
 - metáfase
 - anáfase
94. Por mitose, uma célula com 40 cromossomos dará origem a:
- duas com 20 cromossomos cada
 - duas com 40 cromossomos cada
 - duas com 10 cromossomos em uma e 30 na outra
 - quatro com 20 cromossomos cada

Considere os esquemas abaixo para as questões de 95 a 98.



95. O estágio de anáfase pode ser caracterizado pelo esquema:
- I
 - II
 - IV
 - III
96. Pelos esquemas apresentados, podemos concluir que se trata de:
- mitose, com célula que apresenta $n = 2$
 - meiose, com célula que apresenta $n = 4$
 - mitose, com célula que apresenta $n = 1$
 - mitose, com célula que apresenta $n = 4$
97. O esquema I representa o estágio de:
- prófase
 - metáfase
 - anáfase
 - telófase
98. Considerando o processo de divisão, os esquemas deveriam se apresentar na seguinte ordem:
- I, II, III e IV
 - I, III, II e IV
 - II, III, IV e I
 - II, I, III e IV

99. Assinale a frase **incorreta**:

- a) Prófase é o estágio mais lento.
- b) Telófase é o estágio final.
- c) Metáfase é o estágio de menor duração
- d) Prófase é a fase de preparação para a duplicação do DNA.

Para as questões 100 a 104, você deverá marcar:

- a) se somente I e II forem corretas
- b) se somente II for correta
- c) se todas forem corretas
- d) se não se verificar nenhuma das possibilidades acima

100. I. Nos vegetais, a metáfase é denominada placa equatorial.
II. A intérfase apresenta as subfases G_1 , S e G_2
III. Na subfase S ocorre a síntese do DNA.

101. I. Uma célula com 15 pares de cromossomos dará, por meiose, origem a 4 células com 15 cromossomos cada.
II. Na meiose, ocorrem duas duplicações dos cromossomos e apenas uma divisão do citoplasma.
III. A meiose ocorre somente em determinadas células.

102. I. Na meiose, a duplicação dos cromossomos ocorre na prófase I.
II. Na meiose, a fase mais lenta é a prófase II.
III. Na meiose, não há duplicação dos cromossomos.

103. I. Leptóteno, zigóteno, paquíteno, diplóteno e diacinese são subestágios da prófase I.
II. A sinápse, com a formação dos bivalentes, ocorre no zigóteno.
III. A **divisão** longitudinal dos cromossomos ocorre no paquíteno.

104. I. A permutação ou “crossing-over” ocorre no diplóteno.
II. Os quiasmas formam-se no paquíteno.
III. A terminalização dos quiasmas ocorre na diacinese.

105. Assinale a correta:

- a) A permutação ocorre entre as cromátides homólogas internas
- b) A permutação ocorre entre as cromátides irmãs externas
- c) Nunca ocorre permutação na meiose, somente na mitose
- d) n.d.a.

106. Assinale a correta em relação à anáfase:

- a) Na anáfase da mitose ocorre a separação dos cromossomos filhos para pólos opostos
- b) Na anáfase I da meiose ocorre a separação dos cromossomos homólogos para pólos opostos
- c) Na meiose, a separação de cromossomos homólogos para pólos opostos ocorre na anáfase II
- d) As alternativas a e b são corretas

107. Os seres vivos haplobiontes apresentam meiose:

- a) final ou gamética
- b) zigótica ou inicial
- c) intermediária
- d) esporofítica

108. A formação dos cromossomos gigantes deve-se a um processo de:

- a) endomitose
- b) endomeiose
- c) autoduplicação com divisão celular subsequente
- d) há 2 corretas (b e c)

5. Gametogênese

A gametogênese (formação das células reprodutoras ou gametas) compreende a Espermatogênese e a Ovogênese. A gametogênese será estudada na espécie humana.

Espematogênese — Ocorre nos testículos, órgãos reprodutores masculinos, no interior dos tubos seminíferos. Apresenta quatro fases:

a)- Fase Germinativa ou Multiplicativa

Nesta fase, as células germinativas primordiais, formadas no embrião e até então inativas, entram em divisão mitótica, produzindo as ESPERMATOGÔNIAS. Estas divisões geralmente ocorrem quando o animal atinge a maturidade sexual.

b) Fase de Crescimento

As espermatogônias já formadas cessam as divisões e aumentam de volume, sofrendo pequenas modificações, sendo agora denominadas ESPERMATÓCITOS DE 1ª ORDEM.

c) Fase de Maturação

Nesta fase, os espermatócitos de 1ª ordem sofrem meiose, originando, na divisão I, duas células, os ESPERMATÓCITOS DE 2ª ORDEM, que, após sofrerem a divisão II, darão origem às ESPERMÁTIDES. Desta forma, a partir de **um** espermatócito de 1ª ordem (diplóide), iremos obter **quatro** espermátides (haplóides).

d) Espermiogênese

Nesta fase, cada espermátide experimentará uma série de modificações estruturais e funcionais, terminando por formar os ESPERMATOZÓIDES.

As espermátides apresentam a formação do flagelo a partir do centro-celular e do **acrossomo** ou **capuz cefálico** pelo complexo de Golgi.

Ovogênese — Ocorre nos ovários, órgãos reprodutores femininos, e apresenta 3 fases (comuns à espermatogênese):

a) Fase Germinativa ou Multiplicativa

Esta tem início na vida intra-uterina, com a formação das OOGÔNIAS (ovogônias).

b) Fase de Crescimento

Também começa na vida intra-uterina e, ao contrário da espermatogênese, as ovogônias aumentam muito de tamanho, transformando-se em OVÓCITOS de 1ª ORDEM (OÓCITOS DE 1ª ORDEM).

c) Fase de Maturação

É a fase em que ocorre a meiose, e cujo início se dá por ocasião da vida intra-uterina. Portanto, quando a menina nasce, já apresenta seus “óvulos”

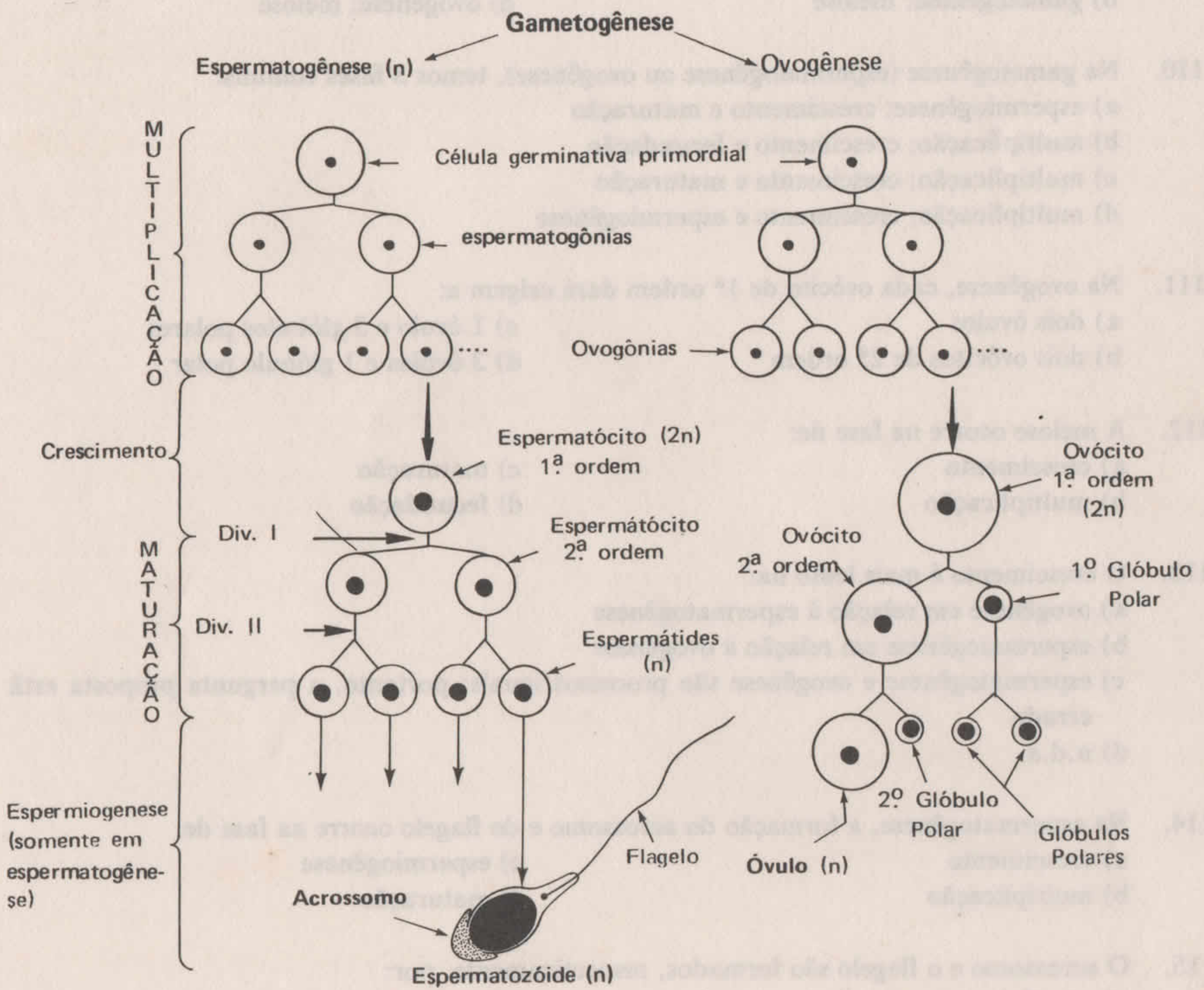


Fig. 2.64

pré-formados, pois a divisão I já teve início, parando na prófase I. Somente após a puberdade é que estas células “inativas” terminam suas **meioses**.

Também aqui devemos observar que, ocorrida a divisão I, obteremos duas células, uma, o **OVÓCITO** de 2ª ORDEM, ficando praticamente com todo citoplasma do ovócito de 1ª ordem, e outra, o 1º **GLÓBULO POLAR**, com núcleo e um citoplasma escasso. Segue-se a divisão II e novamente iremos obter, a partir do **OVÓCITO** de 2ª ORDEM, uma célula, a **OÓTIDE** ou **ÓVULO** e o 2º glóbulo polar; o 1º glóbulo polar pode dividir-se também, dando origem a dois glóbulos polares.

Desta forma, a partir de **UM OVÓCITO DE 1ª ORDEM**, obtemos **UM ÓVULO** e 2 ou 3 glóbulos polares, todos haplóides.

TESTES

109. A formação das células reprodutoras denomina-se _____ e ocorre por _____.
- a) gametogênese; mitose
 - b) gametogênese; meiose
 - c) espermatogênese; meiose
 - d) ovogênese; meiose
110. Na gametogênese (espermatogênese ou ovogênese), temos 3 fases comuns:
- a) espermiogênese; crescimento e maturação
 - b) multiplicação; crescimento e fecundação
 - c) multiplicação; crescimento e maturação
 - d) multiplicação; crescimento e espermiogênese
111. Na ovogênese, cada ovócito de 1ª ordem dará origem a:
- a) dois óvulos
 - b) dois ovócitos de 2ª ordem
 - c) 1 óvulo e 3 glóbulos polares
 - d) 3 óvulos e 1 glóbulo polar
112. A meiose ocorre na fase de:
- a) crescimento
 - b) multiplicação
 - c) maturação
 - d) fecundação
113. O crescimento é mais lento na:
- a) ovogênese em relação à espermatogênese
 - b) espermatogênese em relação à ovogênese
 - c) espermatogênese e ovogênese são processos iguais; portanto, a pergunta proposta está errada
 - d) n.d.a.
114. Na espermatogênese, a formação do acrossomo e do flagelo ocorre na fase de:
- a) crescimento
 - b) multiplicação
 - c) espermiogênese
 - d) maturação
115. O acrossomo e o flagelo são formados, respectivamente, por:
- a) centríolo
 - b) mitocôndrias
 - c) complexo de Golgi e centríolo
 - d) complexo de Golgi e nucléolo

REPRODUÇÃO NOS SERES VIVOS

CAPÍTULO

3

Reprodução é a capacidade que os seres vivos têm de originar novos indivíduos da mesma espécie. Não é essencial para a vida do indivíduo, mas é essencial para a manutenção da espécie. Durante o processo reprodutivo, são transmitidas informações genéticas que garantem a perpetuação da espécie.

Há dois tipos de reprodução:

1. reprodução assexuada
2. reprodução sexuada

I – REPRODUÇÃO ASSEXUADA OU AGÂMICA

É um tipo de reprodução onde apenas um indivíduo contribui para a formação dos descendentes. Muitos seres vivos unicelulares e outros pluricelulares apresentam tal reprodução que pode se dar por:

1. Cissiparidade (bipartição)

É o método mais primitivo de reprodução assexuada. Ocorre com seres unicelulares. Por mitose, uma célula origina duas células-filhas idênticas à anterior. Ocorre em protozoários (animais unicelulares), bactérias, certas algas e fungos.

2. Esquizogênese

Neste caso, a célula-mãe divide-se em várias células-filhas idênticas, chamadas merozoítas. A célula-mãe recebe a denominação de esquizonte. Ocorre em protozoários.

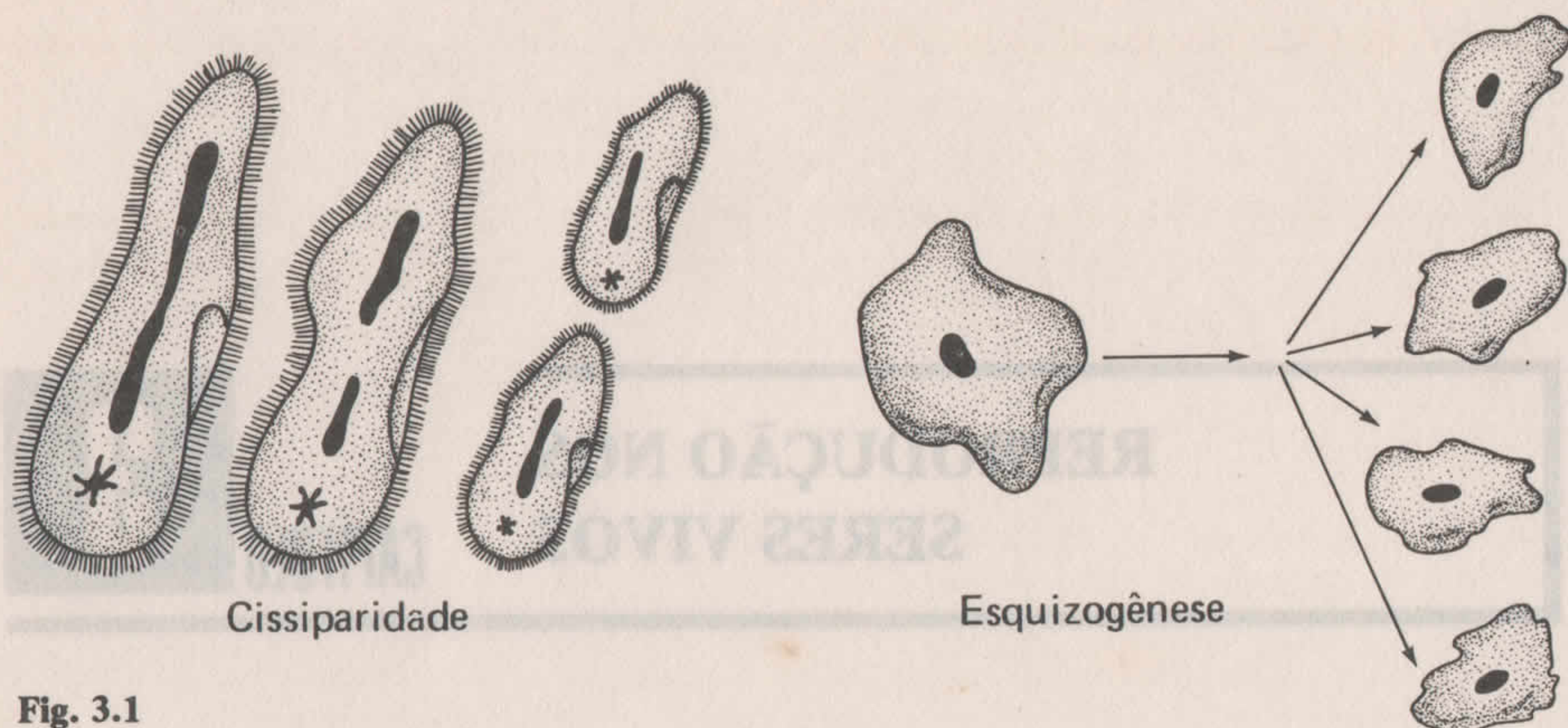


Fig. 3.1

3. Estrobilização

Ocorre em certos animais pluricelulares, como os **celenterados**, e é um tipo de reprodução em que o indivíduo adulto sofre um processo de segmentação ou divisão do corpo em vários fragmentos, sendo que cada um deles poderá dar origem a um novo indivíduo.

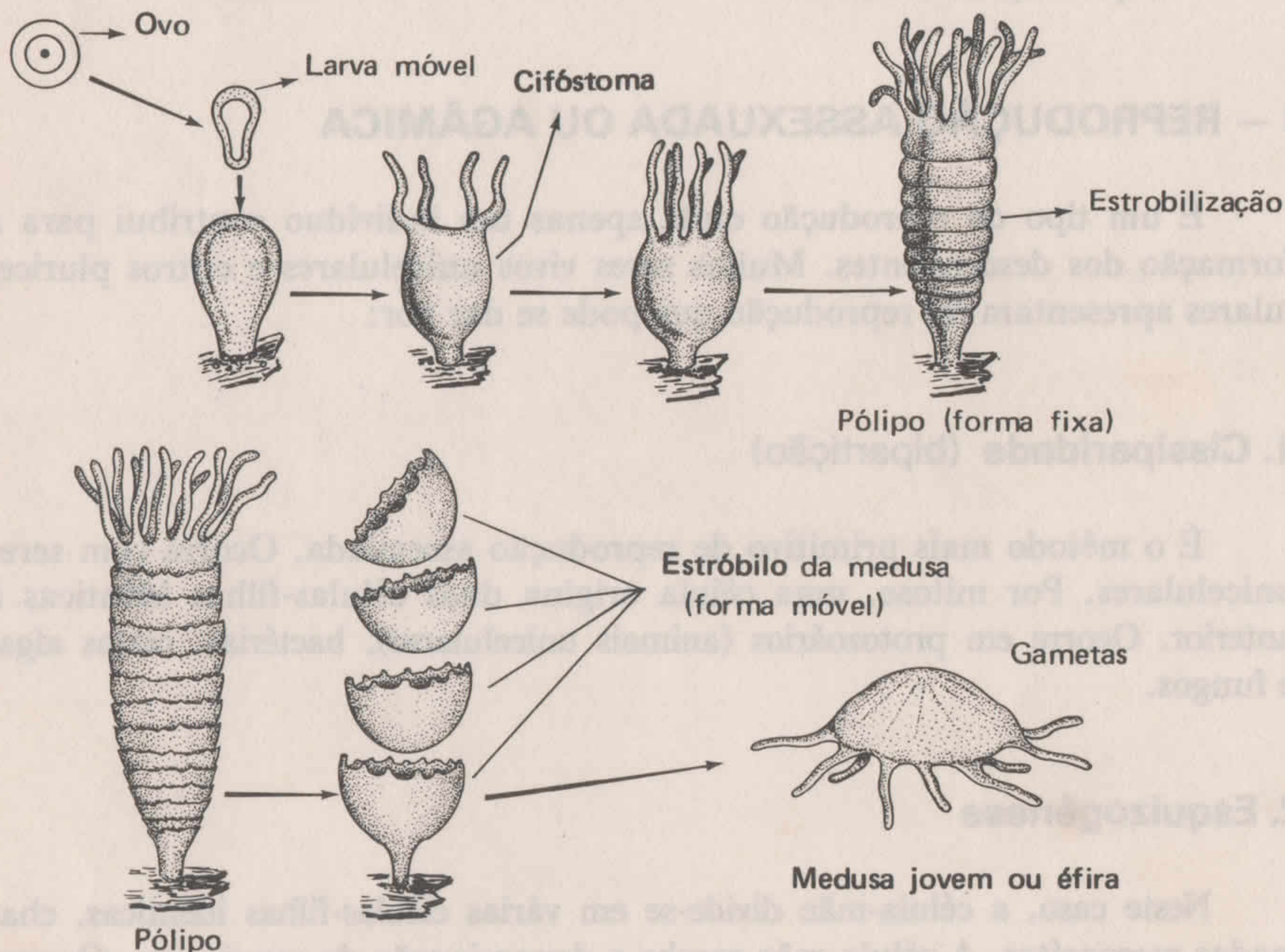


Fig. 3.2 — Ciclo reprodutivo da Schyphomedusae (água vida). Fenômeno de estrobilização.

4. Gemiparidade (brotamento)

Ocorre com a formação de GEMAS, brotos que se desenvolvem a partir de um organismo parental, podendo ou não se destacar dele posteriormente. Encontra-se também nos celenterados (animais pluricelulares), nas esponjas e em certos animais unicelulares.

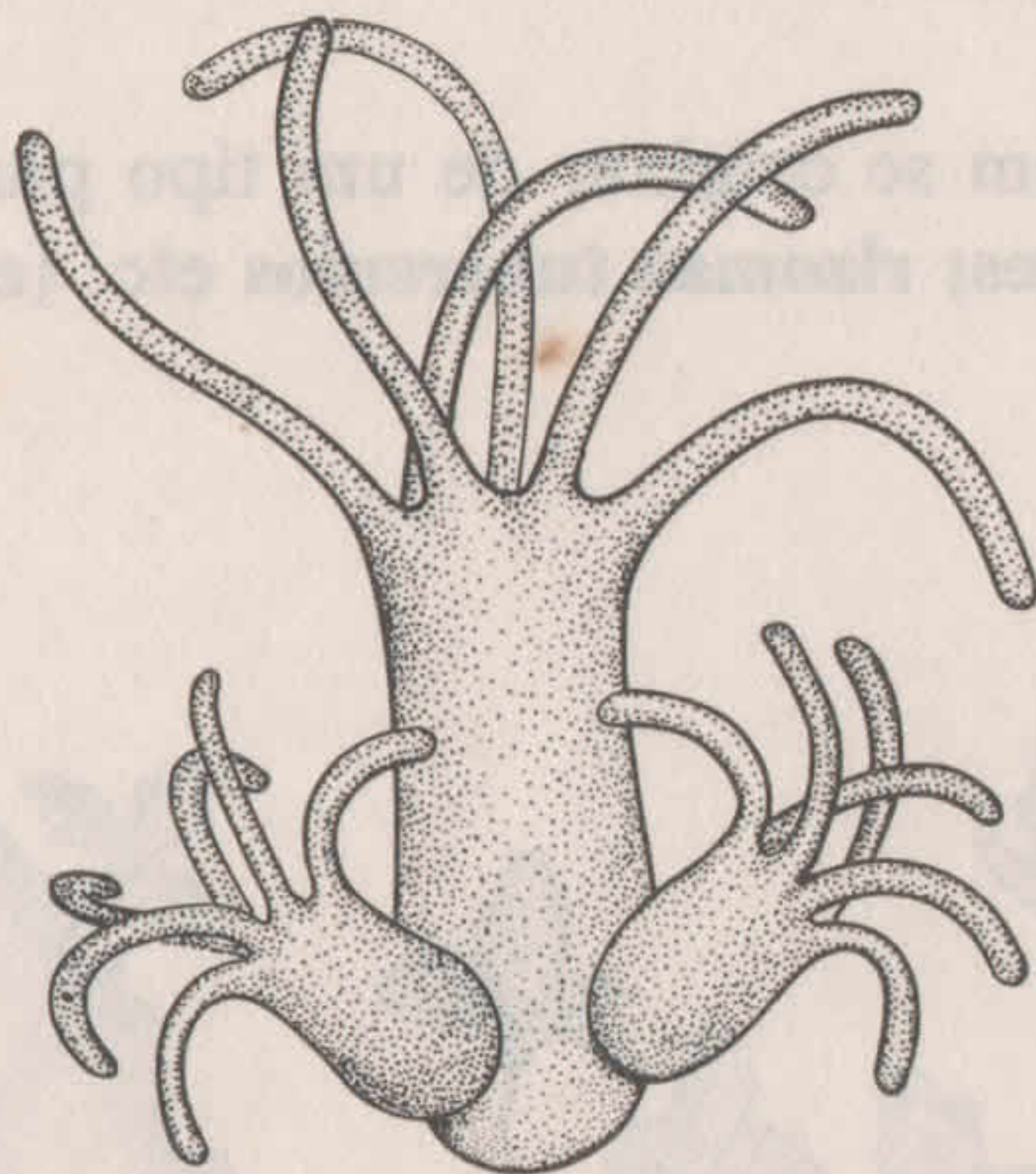


Fig. 3.3 — Brotamento.

5. Regeneração

É a capacidade que certos animais apresentam de reconstituir as partes perdidas. Em geral, quanto mais primitivo e jovem o animal, maior é a sua capacidade de regeneração.

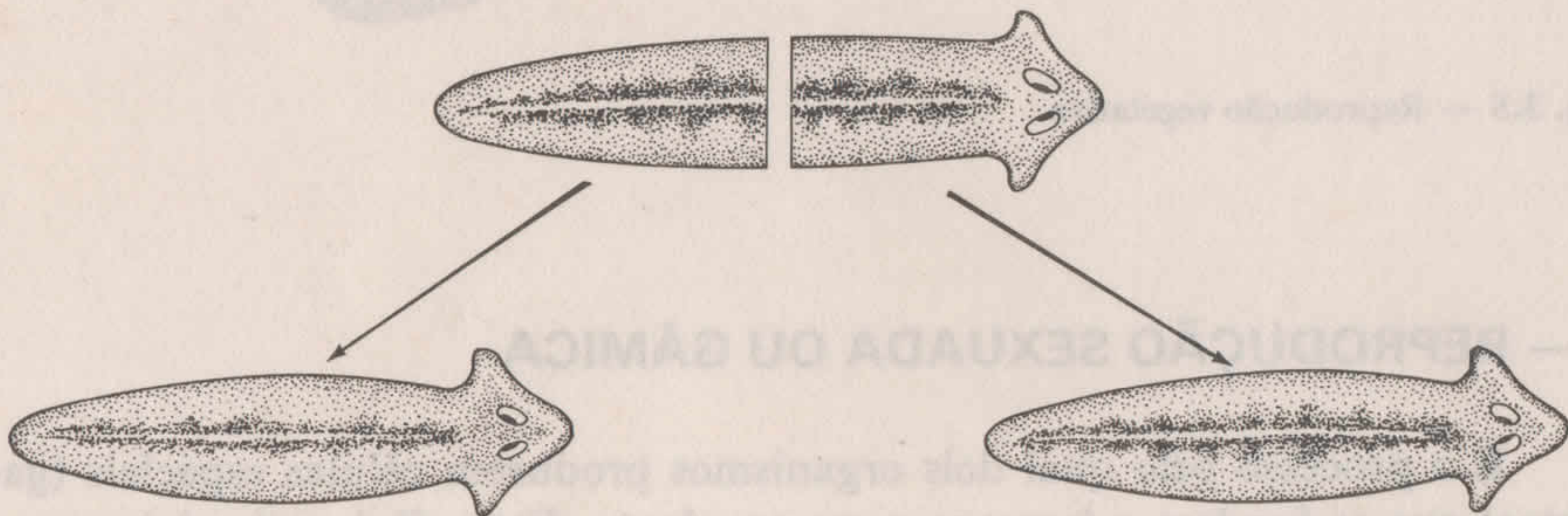


Fig. 3.4 — Regeneração.

6. Esporulação

Alguns organismos, como bactérias, algas, fungos, samambaias e certos protozoários, são capazes de formar células especiais, denominadas **esporos**, que podem desenvolver novos indivíduos.

7. Reprodução Vegetativa

Novos vegetais podem se originar de um tipo parental, pelo desenvolvimento de **gemas dormentes**; **rizomas** **tubérculos** etc. (esta parte será vista em Botânica). Cap. VIII.

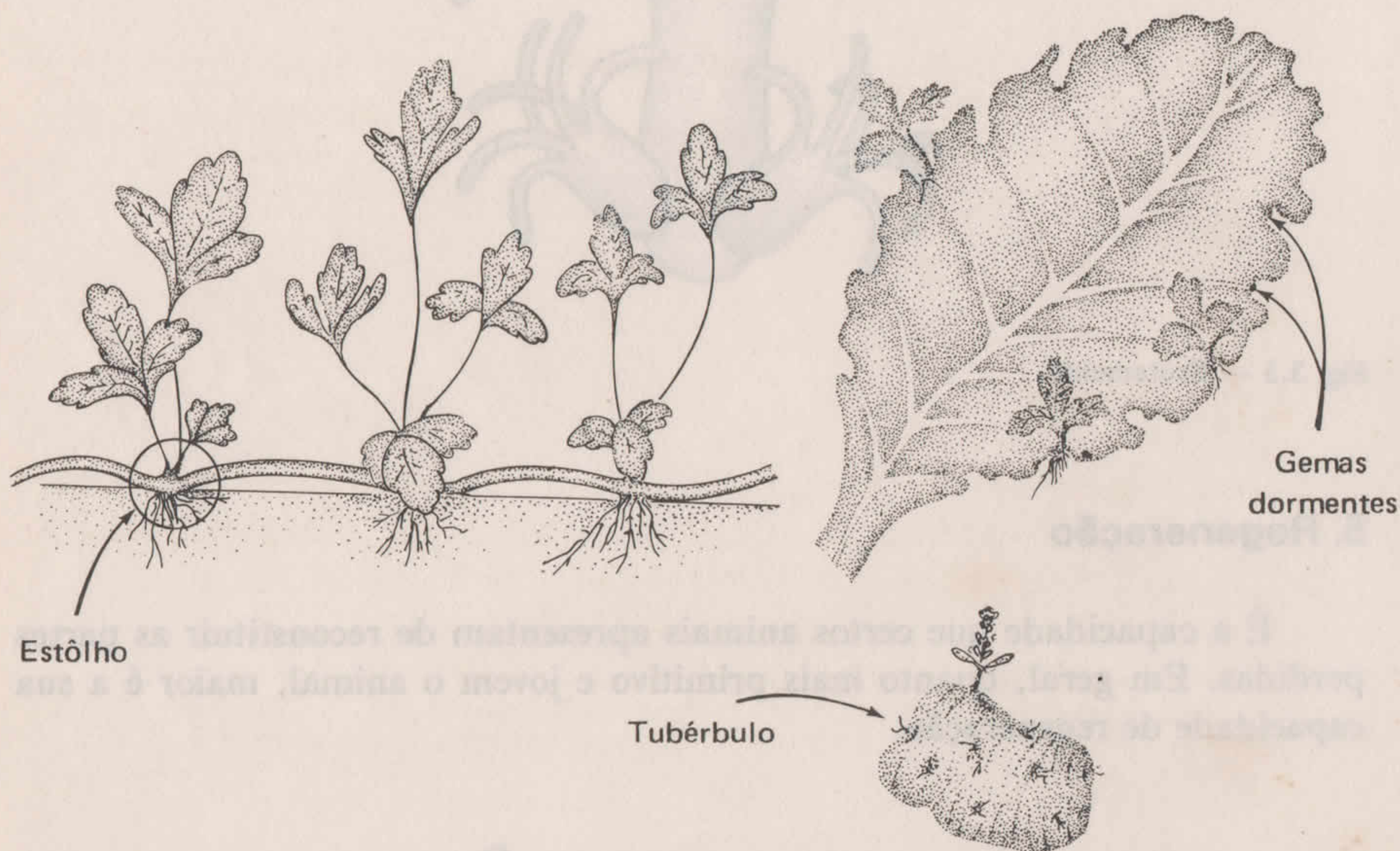


Fig. 3.5 — Reprodução vegetativa.

II — REPRODUÇÃO SEXUADA OU GÂMICA

É o processo pelo qual dois organismos produzem células especiais (gametas) que se fundem e formam o **ovo** ou **zigoto**. Esta célula vai originar um novo indivíduo. Tal processo de reprodução ocorre com a maioria dos seres vivos e é mais complexo que a reprodução assexuada.

Chamamos **fecundação** ou fertilização à união do **gameta masculino** ao **gameta feminino**. Tal fecundação poderá ser **interna**, quando a união dos gametas ocorrer no interior do organismo materno, e **externa**, quando ocorrer fora do organismo feminino, como na maioria dos peixes e sapos, que lançam seus gametas no ambiente aquático, onde ocorre a união.

1. Conjugação

Certos organismos unicelulares podem apresentar um tipo especial de reprodução sexuada. Tais organismos fundem-se temporariamente, trocando material nuclear. Este tipo de reprodução acontece com protozoários, como o **Paramecium**.

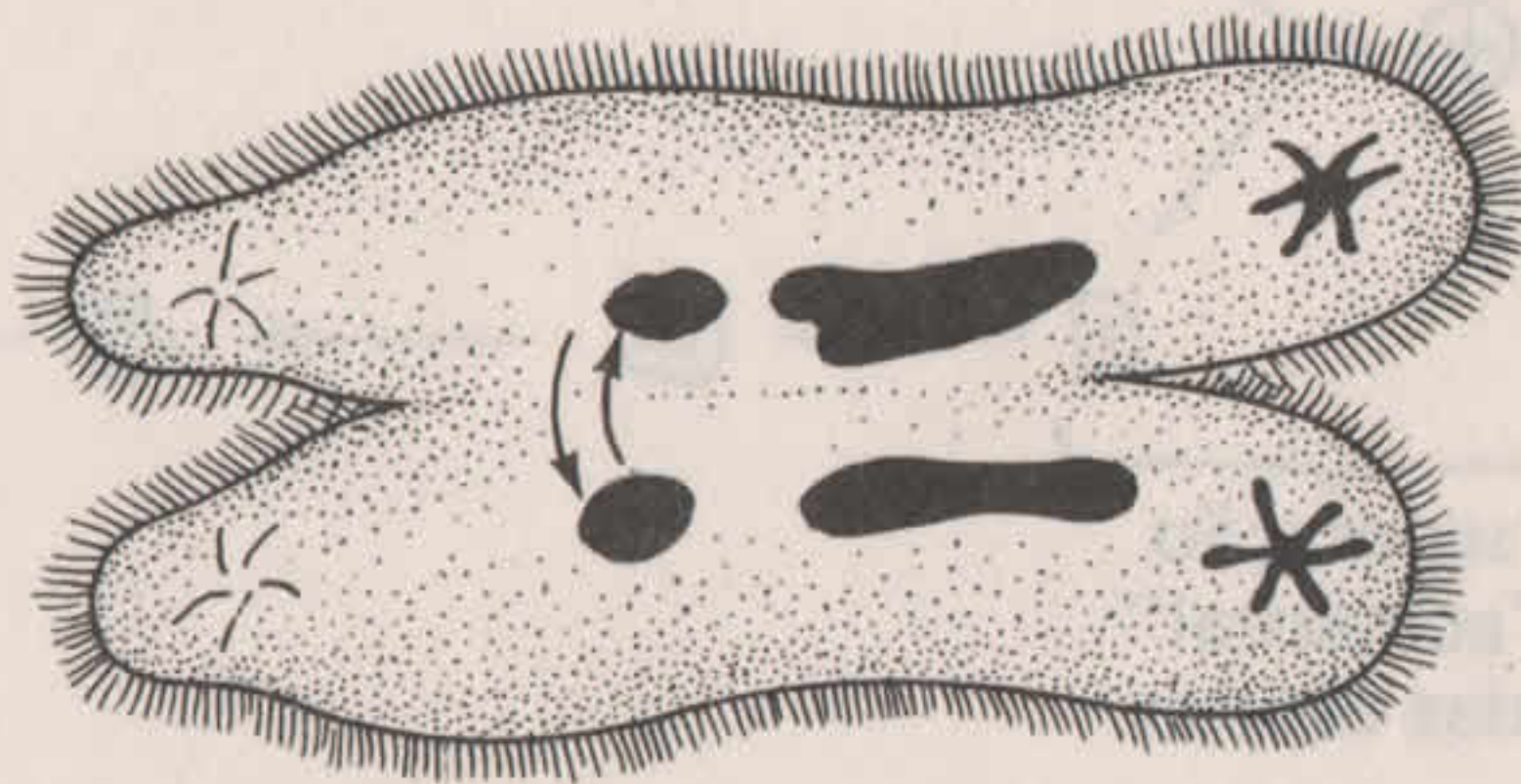


Fig. 3.6 — Conjugação.

2. Partenogênese

Existem casos em que o gameta feminino se desenvolve sem fecundação. Tal fenômeno recebe o nome de partenogênese (**Partenos** = virgem, **genese** = formação; desenvolvimento). Os seres resultantes serão haplóides (n).

Este tipo de reprodução existe em abelhas (**Apis**) e formigas.

A Partenogênese natural poderá ser:

- a) arrenótoca, se produzir unicamente machos (abelhas, por exemplo);
- b) telítoca, se produzir somente fêmeas;
- c) deuterótoca, se produzir os dois sexos.

3. Pedogênese

É a ocorrência de partenogênese no estágio de larva (estágio intermediário entre o ovo e o adulto).

4. Neotenia

Fala-se em neotenia quando as larvas se tornam sexualmente maduras.

5. Poliembrionia

É a formação de dois ou mais indivíduos a partir de uma única célula-ovo ou zigoto. No homem, a poliembrionia é responsável pela formação dos **gêmeos idênticos, univitelínicos ou monozigóticos**.

Tal fato ocorre quando as duas células resultantes da divisão do zigoto se separam e continuam o seu desenvolvimento, cada uma independentemente da outra, dando origem a dois indivíduos normais e idênticos.

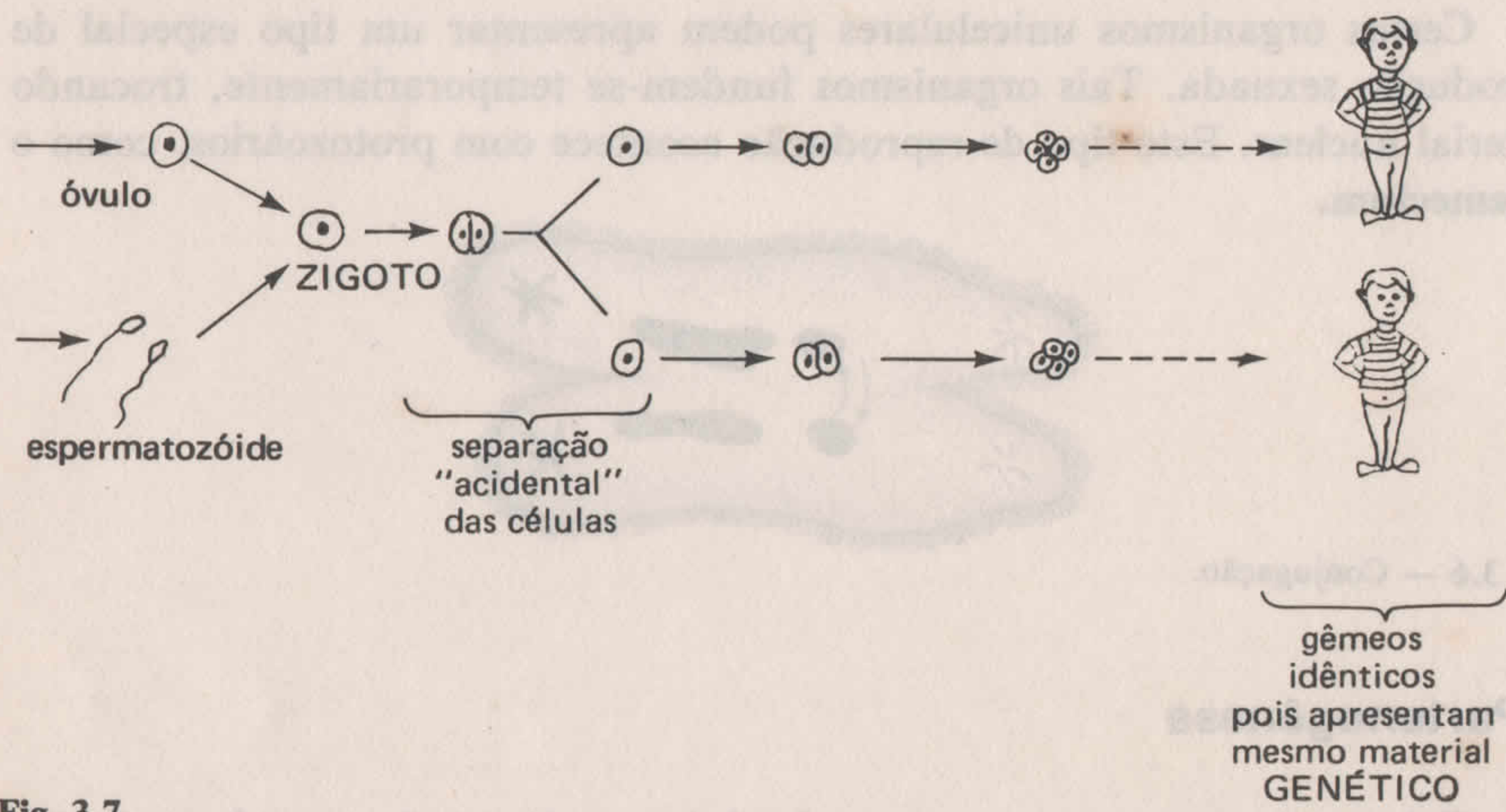


Fig. 3.7

Outros gêmeos são os **fraternos ou dizigóticos**; neste caso, não se trata de poliembrionia, ocorrendo a formação de 2 óvulos que serão fecundados cada um com um espermatozóide. Portanto, não serão idênticos, podendo até ser de sexos diferentes.

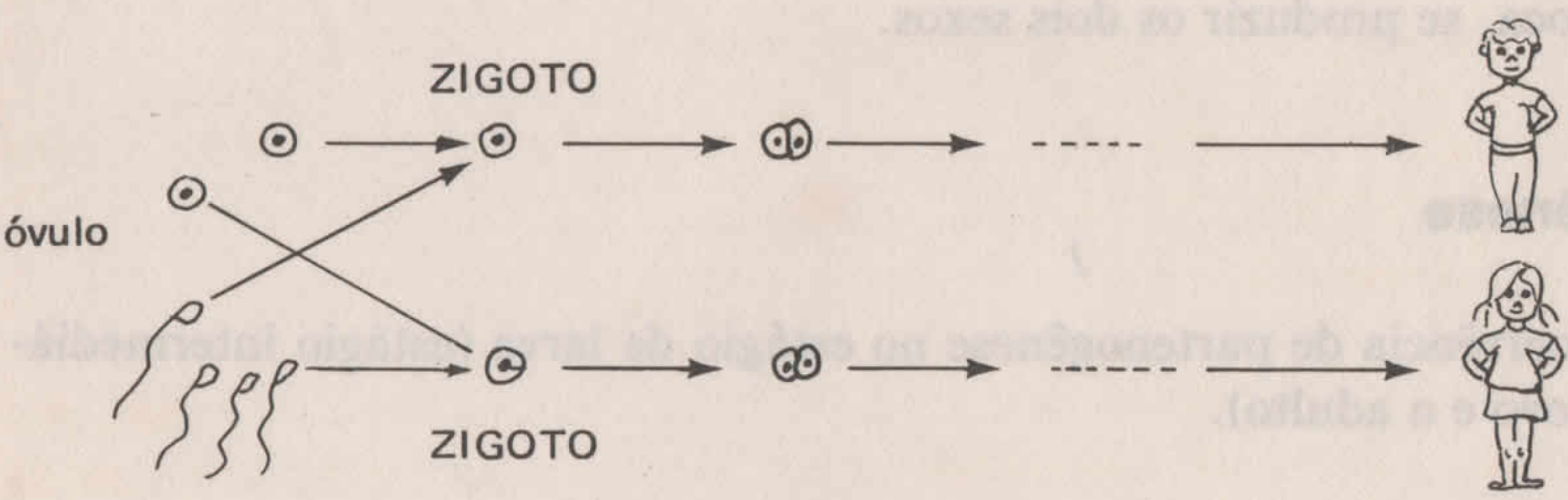


Fig. 3.8

6. Metagênese

Certos seres vivos apresentam, em seu ciclo de vida, duas fases ou gerações: uma que se reproduz **sexuadamente** através de células reprodutivas masculinas e femininas, originando seres que, quando adultos, se reproduzirão **assexuadamente** por estrobilização, esporos etc., dando origem à uma nova geração que irá se reproduzir sexuadamente. Este tipo de ciclo de vida chama-se **metagenético** ou **alternante** (**Metagênese** ou **Alternância de Gerações**).

7. Monóicos e Dióicos

Organismos monóicos ou hermafroditas (**monos** = um; **óikos** = casa; Hermes = deus da masculinidade; Afrodite = deusa da feminilidade) são aqueles que apresentam gônadas masculinas e femininas. Exemplo: minhoca.

Apesar de certos seres vivos serem hermafroditas, normalmente, a autofecundação (fecundação entre gametas masculino e feminino de um mesmo indivíduo) é impedido por vários fatores, como:

- a) ocorrência de dicogamia, isto é, os gametas masculinos e femininos amadurecem em épocas diferentes. Quando os masculinos (espermatozóides) amadurecem antes, fala-se em **protandria**; quando, ao contrário, amadurecem primeiramente os gametas femininos, fala-se em **protoginia**.
- b) impedimento da cópula devido à posição incompatível dos órgãos sexuais.

Um organismo **dióico** ou **unissexuado** é aquele que apresenta apenas um dos órgãos reprodutores, isto é, apresentam sexos separados. Exemplo: a maioria dos animais.

Desenvolvimento

Após a fecundação, interna ou não, o ovo ou zigoto dará origem a um novo ser. O desenvolvimento do embrião pode ser:

- **direto**, quando o embrião, após alguns estágios de desenvolvimento, já apresenta uma forma semelhante à dos adultos.
Exemplo: mamíferos e aves.
- **indireto**, quando o embrião, antes de chegar ao estágio adulto, passa por uma série de formas, denominadas **larvas**, que diferem profundamente da forma adulta. Ocorre, por exemplo, em camarões, siris, insetos, sapos etc. Observe, em seguida, o desenvolvimento dos sapos. Nesses casos, para se transformar no adulto, a larva terá que sofrer mudanças denominadas **metamorfose**.

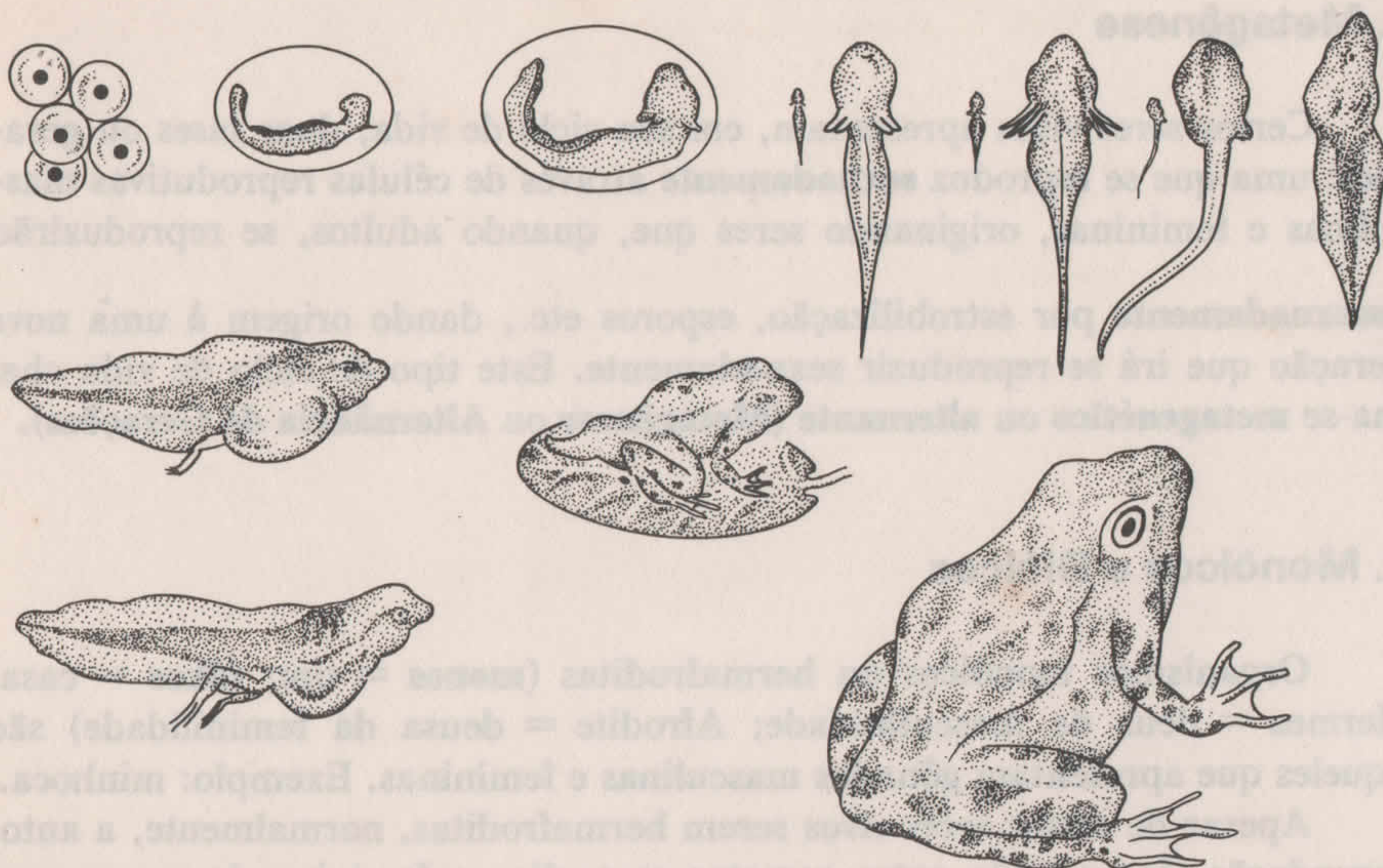


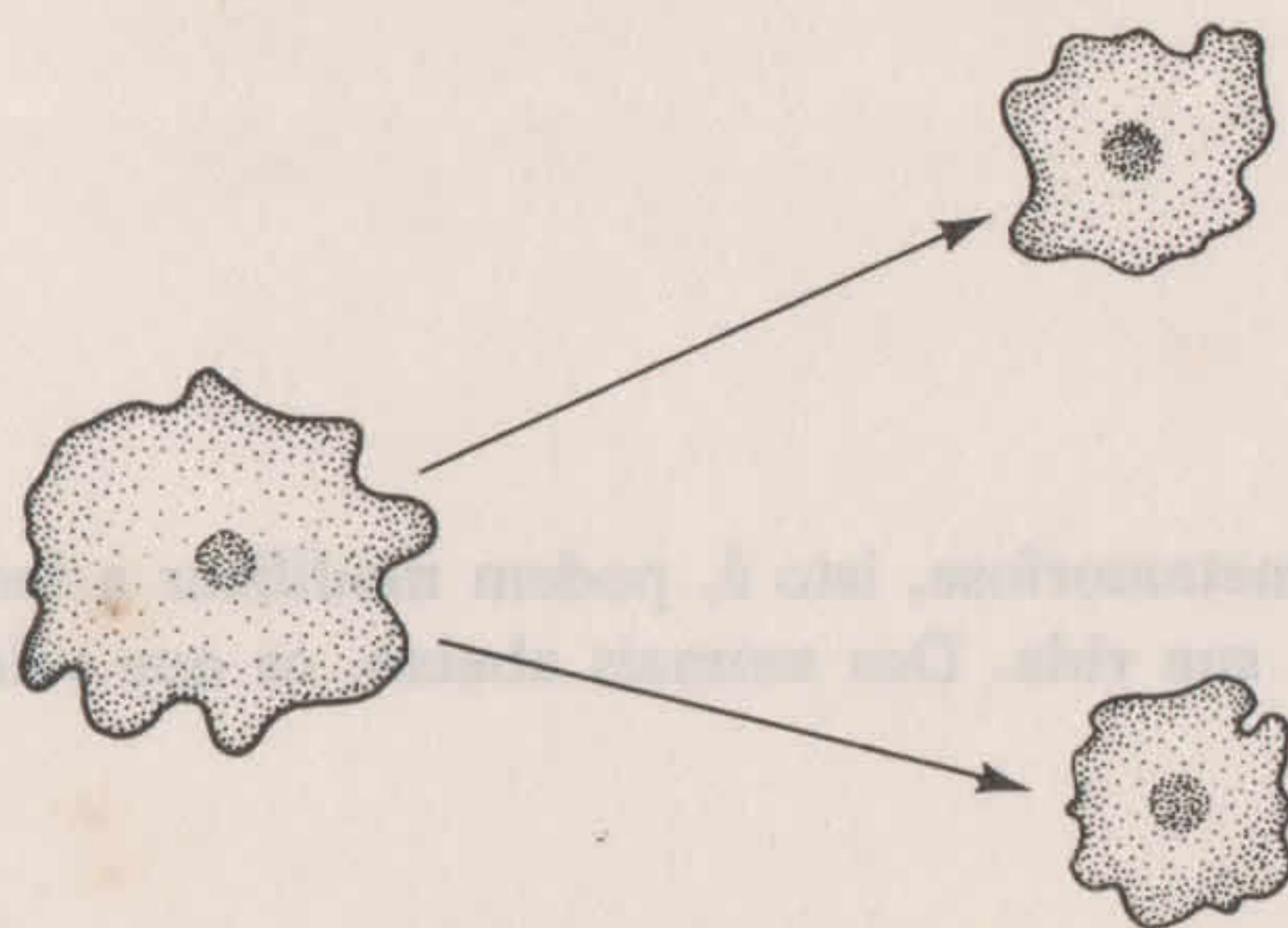
Fig. 3.9 — Metamorfose do sapo.

TESTES

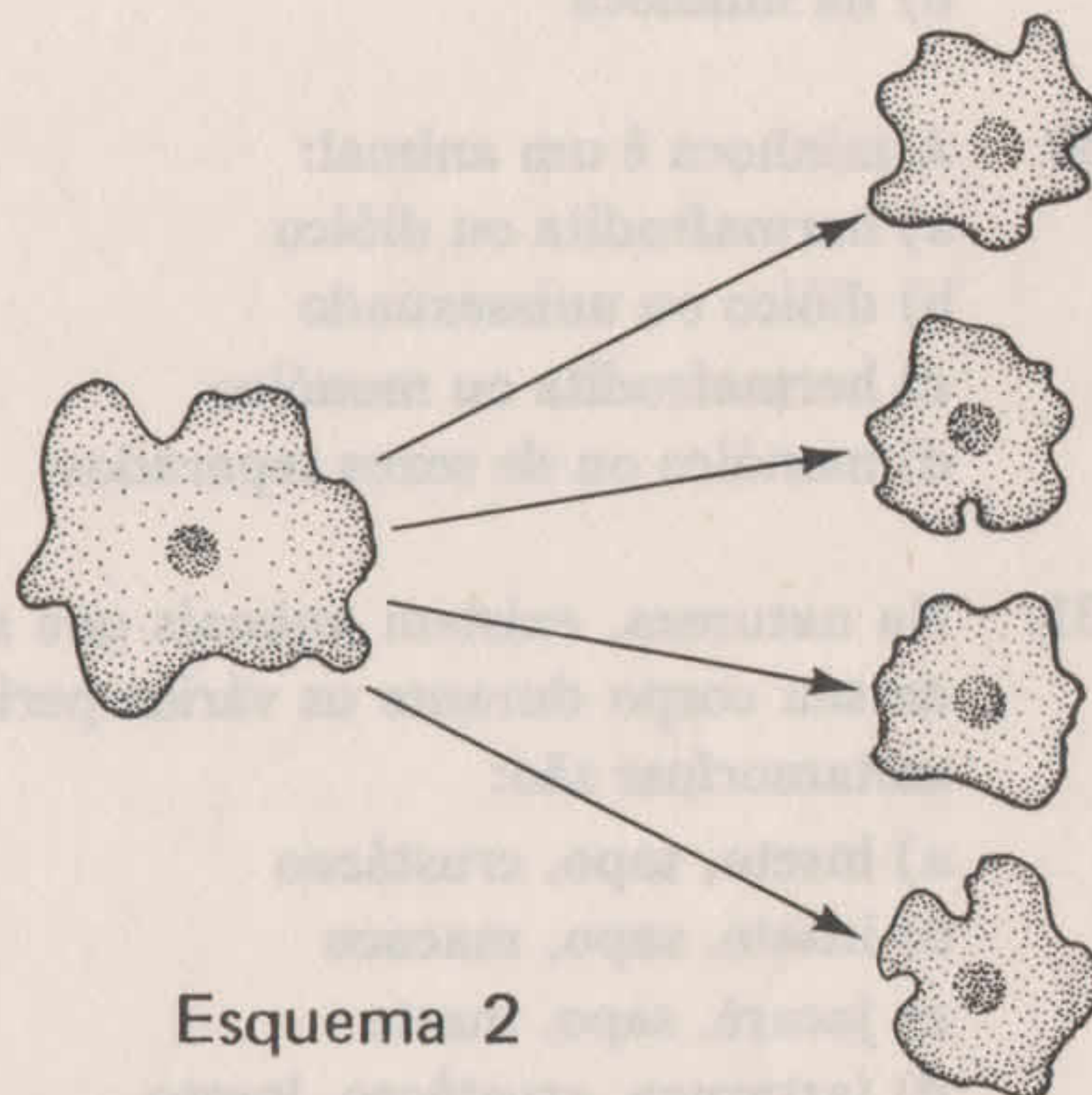
116. Os organismos unicelulares (protozoários) se reproduzem principalmente por:
 - a) cissiparidade
 - b) conjugação
 - c) brotamento
 - d) partenogênese
117. São tipos assexuados de reprodução:
 - a) cissiparidade; brotamento; estrobilização; conjugação
 - b) partenogênese; cissiparidade; estrobilização; conjugação
 - c) cissiparidade; estrobilização; brotamento; esquizogênese
 - d) esquizogênese; brotamento; conjugação; regeneração
118. Os gêmeos univitêlnicos forma-se por um processo denominado:
 - a) protandria
 - b) poliembrionia
 - c) partenogênese
 - d) ovulação múltipla
119. O desenvolvimento do óvulo sem fecundação é denominado:
 - a) partenogênese
 - b) neotenia
 - c) fecundação
 - d) metagênese
120. Assinale a incorreta:
 - a) A reprodução assexuada ocorre principalmente em animais primitivos.
 - b) Gêmeos univitêlnicos, iguais ou monozigóticos, formam-se por um óvulo fecundado por dois espermatozoides.
 - c) Regeneração pode ser critério de reprodução.
 - d) Gêmeos dizigóticos ou fraternos originam-se de dois óvulos, cada um fecundado por um espermatozoide.

121. Metamorfose diz respeito ao desenvolvimento:
- a) direto, com vários estágios larvários iguais
 - b) direto, sem estágios larvários
 - c) as duas anteriores estão corretas
 - d) indireto, com vários estágios larvários diferentes
122. Apresentam metamorfose:
- a) sapos e aves
 - b) sapos, insetos e mamíferos
 - c) sapos e insetos
 - d) insetos, aves e mamíferos
123. Os gêmeos univitêlnicos serão sempre do mesmo sexo:
- a) esta informação está correta
 - b) esta informação está incorreta
 - c) isto depende dos espermatozóides que penetram no óvulo
 - d) n.d.a.

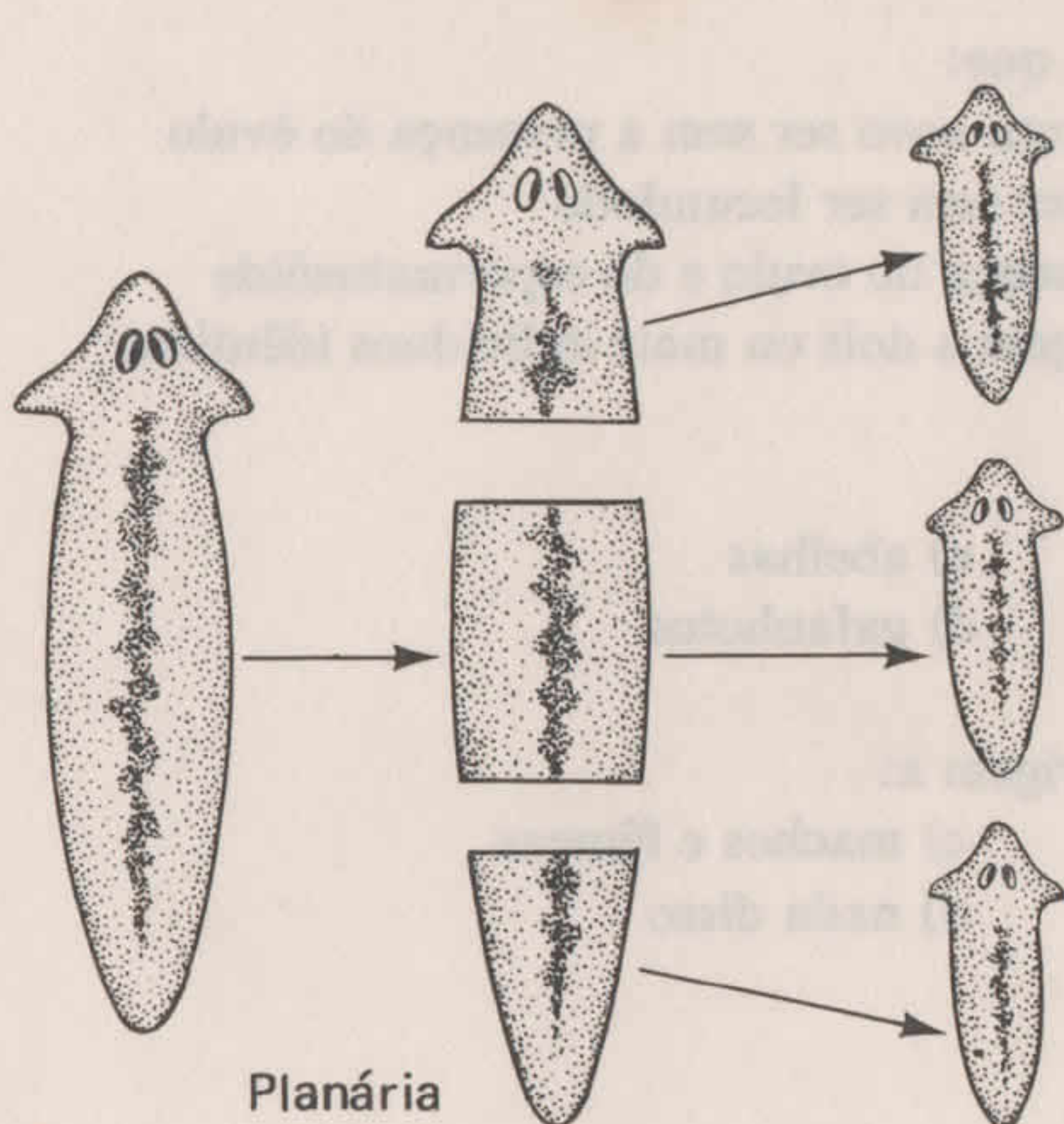
Observe atentamente os esquemas abaixo:



Esquema 1

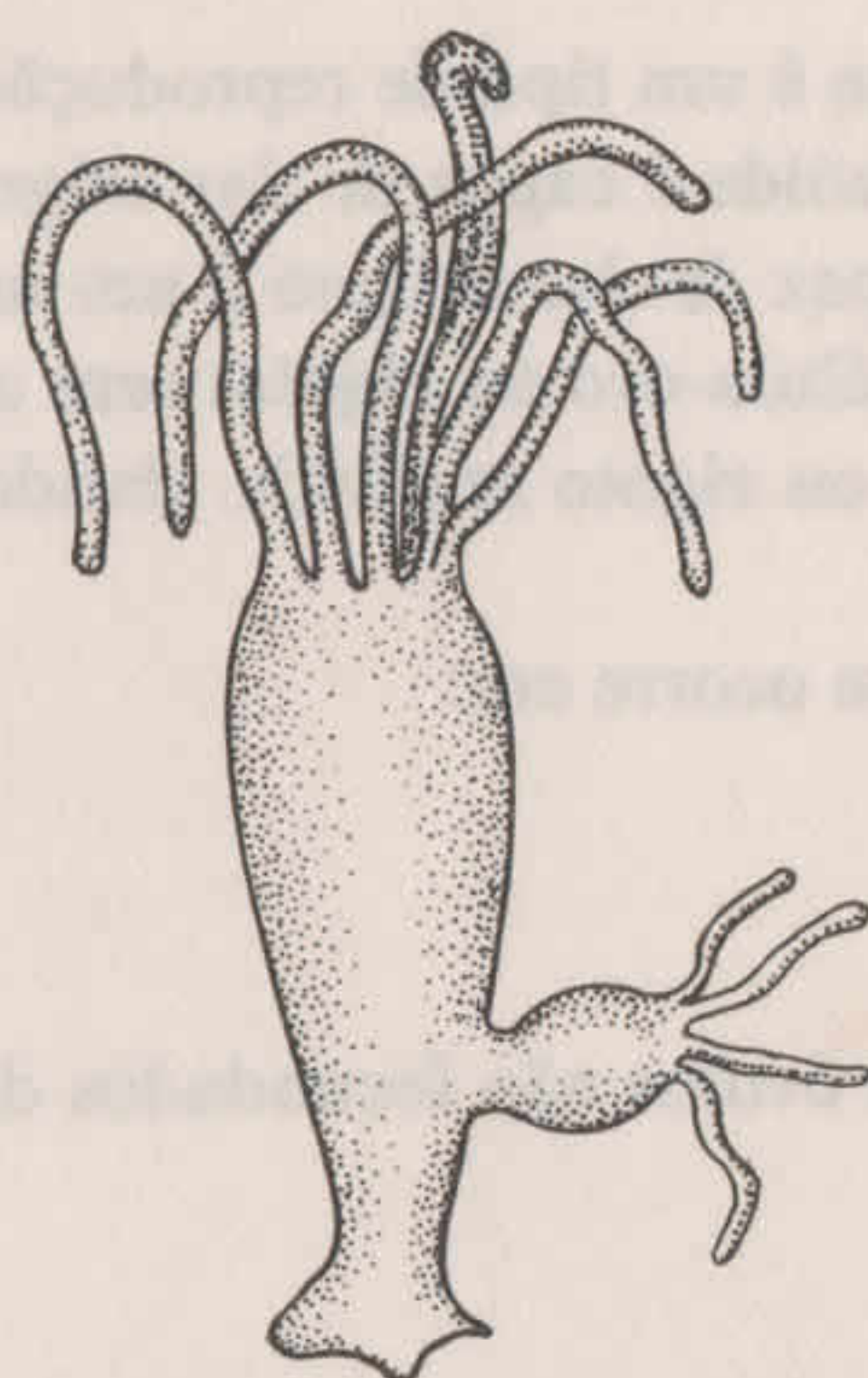


Esquema 2

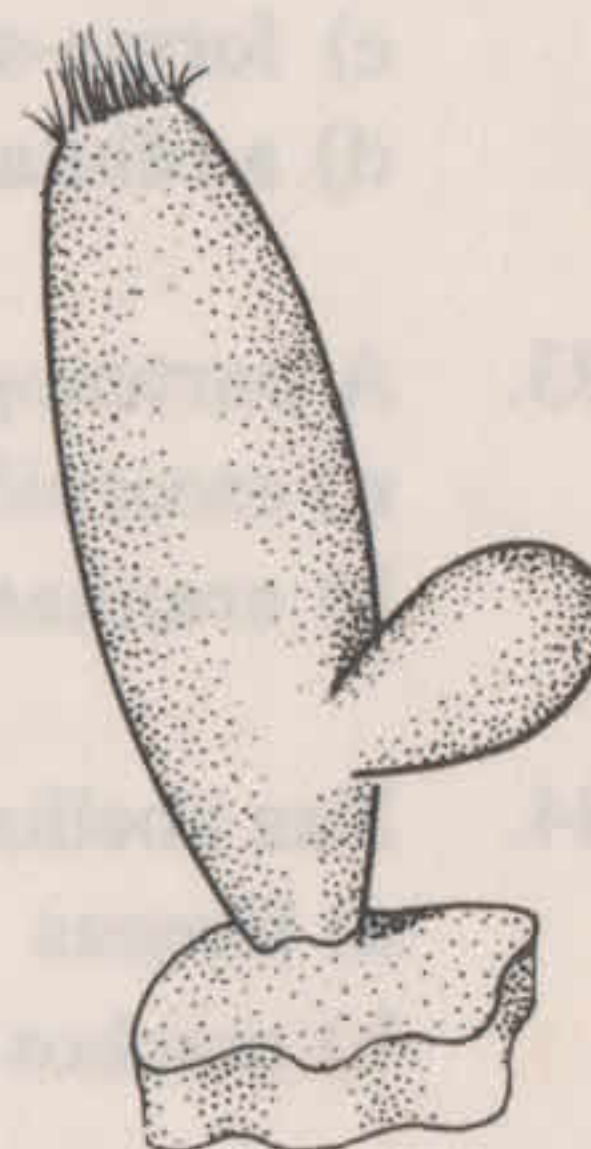


Planária

Esquema 3



Hydra (celenterado)



Espongiário

Esquema 4

Fig. 3.10

Associe:

124. Brotamento ()
125. Cissiparidade ()
126. Regeneração ()
127. Esquizogênese ()
128. A fecundação é:
- a) a mesma coisa que reprodução
 - b) união dos espermatozóide ao óvulo
 - c) a produção de gametas
 - d) o desenvolvimento do embrião no útero
129. A fecundação externa ocorre:
- a) nos mamíferos
 - b) na minhoca
 - c) nas aves
 - d) nos peixes
130. A minhoca é um animal:
- a) hermafrodita ou dióico
 - b) dióico ou unissexuado
 - c) hermafrodita ou monóico
 - d) monóico ou de sexos separados
131. Na natureza, existem animais que sofrem metamorfose, isto é, podem modificar a forma de seu corpo durante os vários períodos de sua vida. Dos animais abaixo, os que sofrem metamorfose são:
- a) inseto, sapo, crustáceo
 - b) inseto, sapo, macaco
 - c) jacaré, sapo, inseto
 - d) tartaruga, crustáceo, inseto
132. A partenogênese é um tipo de reprodução em que:
- a) o espermatozóide é capaz de dar origem a um novo ser sem a presença do óvulo
 - b) o óvulo é capaz de dar origem a um novo ser sem ser fecundado
 - c) forma-se a célula-ovo ou zigoto, sem a presença do óvulo e do espermatozóide
 - d) a célula-ovo ou zigoto se divide, dando origem a dois ou mais indivíduos idênticos
133. A partenogênese ocorre em:
- a) escorpiões
 - b) aranhas
 - c) abelhas
 - d) gafanhotos
134. Nas abelhas, os óvulos não fecundados dão origem a:
- a) fêmeas
 - b) machos
 - c) machos e fêmeas
 - d) nada disso
135. Os gêmeos univitêlnicos são:
- a) do mesmo sexo e provêm de um só óvulo
 - b) de sexos diferentes e provêm de dois óvulos
 - c) de sexos diferentes e provêm de um só óvulo
 - d) do mesmo sexo e provêm de dois espermatozóides

III — EMBRIOLOGIA

Quando o espermatozóide (gameta masculino) e o óvulo (gameta feminino) se unem, forma-se uma nova célula, a célula-ovo ou zigoto que sofrerá muitas e sucessivas divisões celulares, dando origem a um novo indivíduo.

Chama-se embriogênese a formação do embrião que, para cada espécie, dura um tempo determinado. Terminada a embriogênese, surge o **feto**, que já apresenta todos os órgãos e estruturas formados. Por exemplo: na espécie humana, a formação do embrião demora aproximadamente 3 meses.

As fases do desenvolvimento embrionário pode ser divididas em mórula, blástula, gástrula e nêurula.

1. Tipos de Zigoto ou Ovo

Zigoto é uma célula capaz de originar um novo indivíduo por divisões mitóticas sucessivas. Dependendo do tipo de desenvolvimento, o zigoto deverá conter reservas nutritivas destinadas à nutrição do embrião. Assim sendo, em relação à quantidade de reservas nutritivas, encontramos os seguintes tipos de ovos:

- 1º — **Oligolécito (isolécito ou alécito)** (**oligos** = pouco; **iso** = igual; **a** = negação; **lecito** = material nutritivo, vitelo). Ovos que apresentam pequena quantidade de vitelo uniformemente distribuída pelo citoplasma. Encontramos tais ovos nos mamíferos, esponjas, celenterados e equinodermos.
- 2º — **Telolécito** — apresenta uma quantidade variável de vitelo e, de acordo com sua distribuição, pode ser:
 - **telolécito com diferenciação polar incompleta**: o vitelo **tende** a ficar em um dos pólos, o pólo vegetativo ou nutritivo, enquanto que o núcleo fica deslocado para o pólo oposto, isto é, o animal. Ocorre nos platielmínteos, moluscos e anelídeos.
 - **telolécito com diferenciação polar completa**: o vitelo existente em grande quantidade ocupa quase todo o ovo, ficando o citoplasma e o núcleo reduzidos a uma pequena área, a cicatrícula ou disco germinativo. Ocorre nos moluscos (cetolópodes = polvo), peixes, répteis, aves.
- 3º — **Centrolécito** — apresenta grande quantidade de vitelo. O citoplasma se localiza em duas porções, a central, contendo o núcleo, e outra periférica, circundando o vitelo. Ocorre em artrópodes.

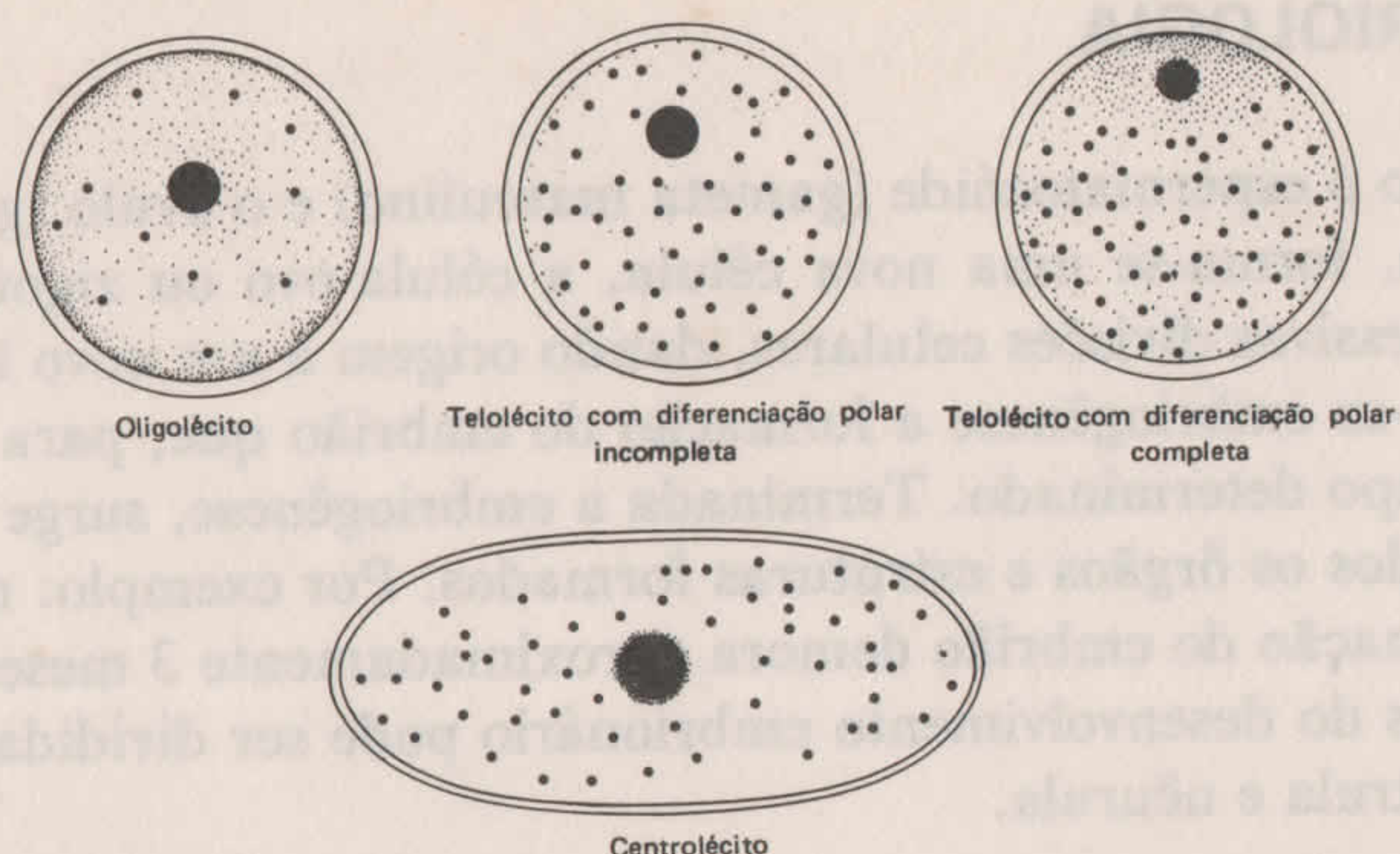


Fig. 3.11 — Tipos de ovos.

2. Segmentação ou Clivagem

Uma vez formado o zigoto (ovo), ocorrem as divisões mitóticas que, invariavelmente, originam novas células menores (blastômeros) até a formação da **mórula**. À medida que as divisões continuam, aparece uma cavidade no interior da mórula (embrião) denominada **blastocela**. Nesta fase, o embrião (ou figura embrionária) é denominado **blástula**.

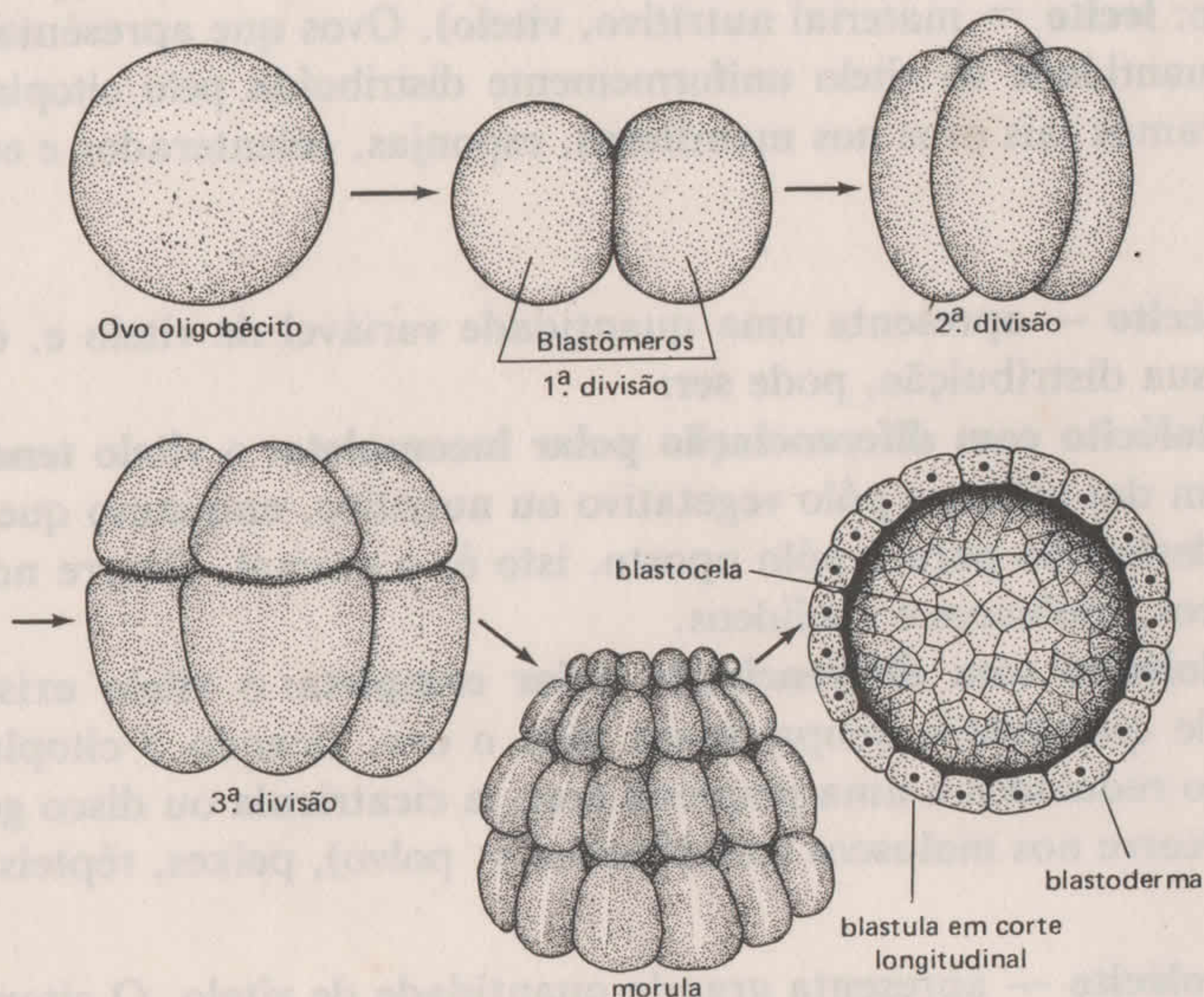


Fig. 3.12 — Segmentação haloblástica igual.

Nos mamíferos, temos uma segmentação (clivagem) total ou igual à formação da mórula. A blástula é substituída pelo **blastocisto** e a parede é denominada **trofoblasto** que em um dos pólos apresenta um acúmulo de células denominado **massa celular interna**.

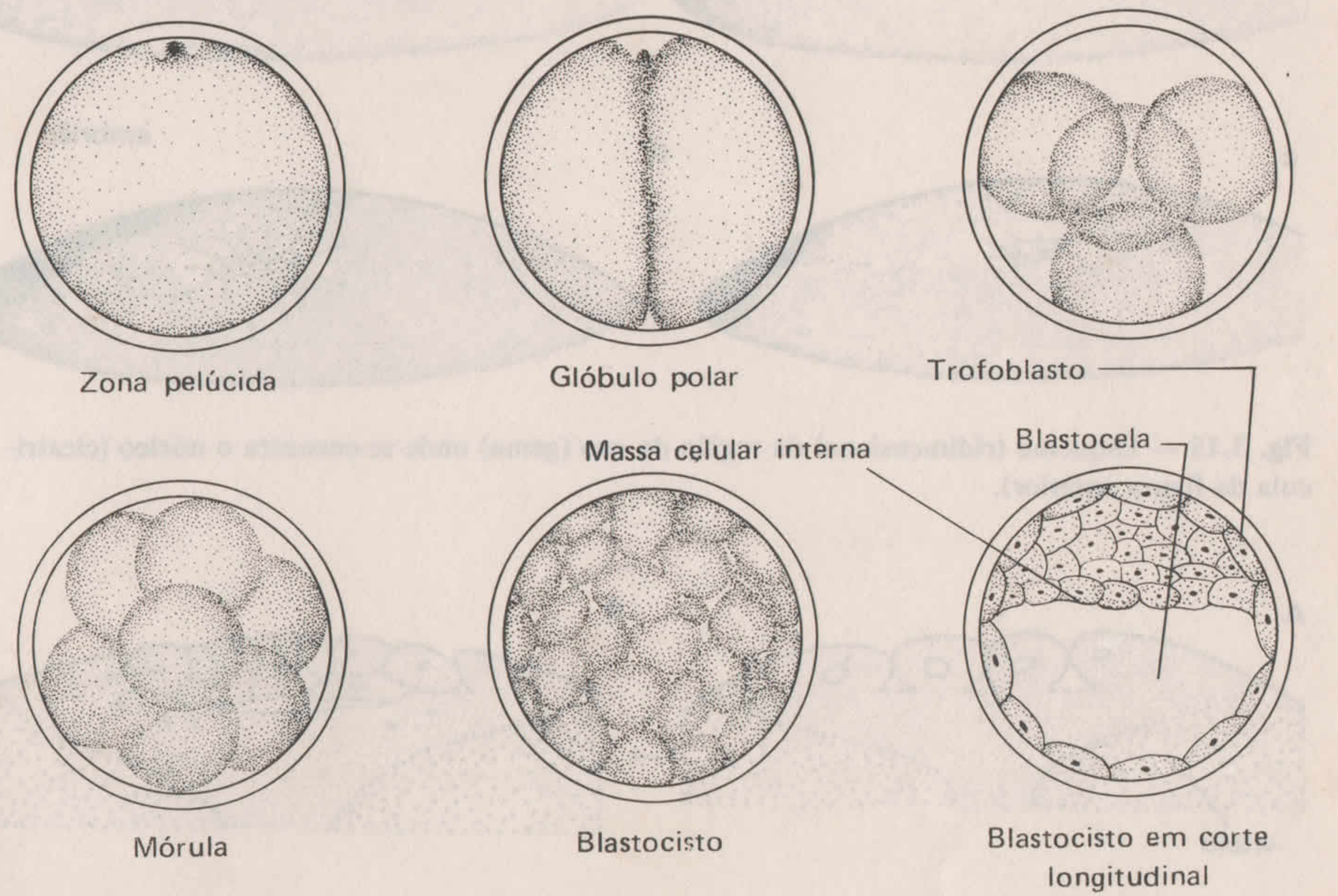


Fig. 3.13 — Segmentação do ovo do mamífero.

Nota: a segmentação pode ser também **superficial** (ovos centrolécitos) e **discoidal** (ovos telolécitos, com diferenciação polar completa). Ambas são conhecidas como **parcial ou meroblástica**. Nos demais tipos de ovos, a segmentação é **holoblástica** ou **total** como nos mamíferos.

Esquema de segmentação discoidal

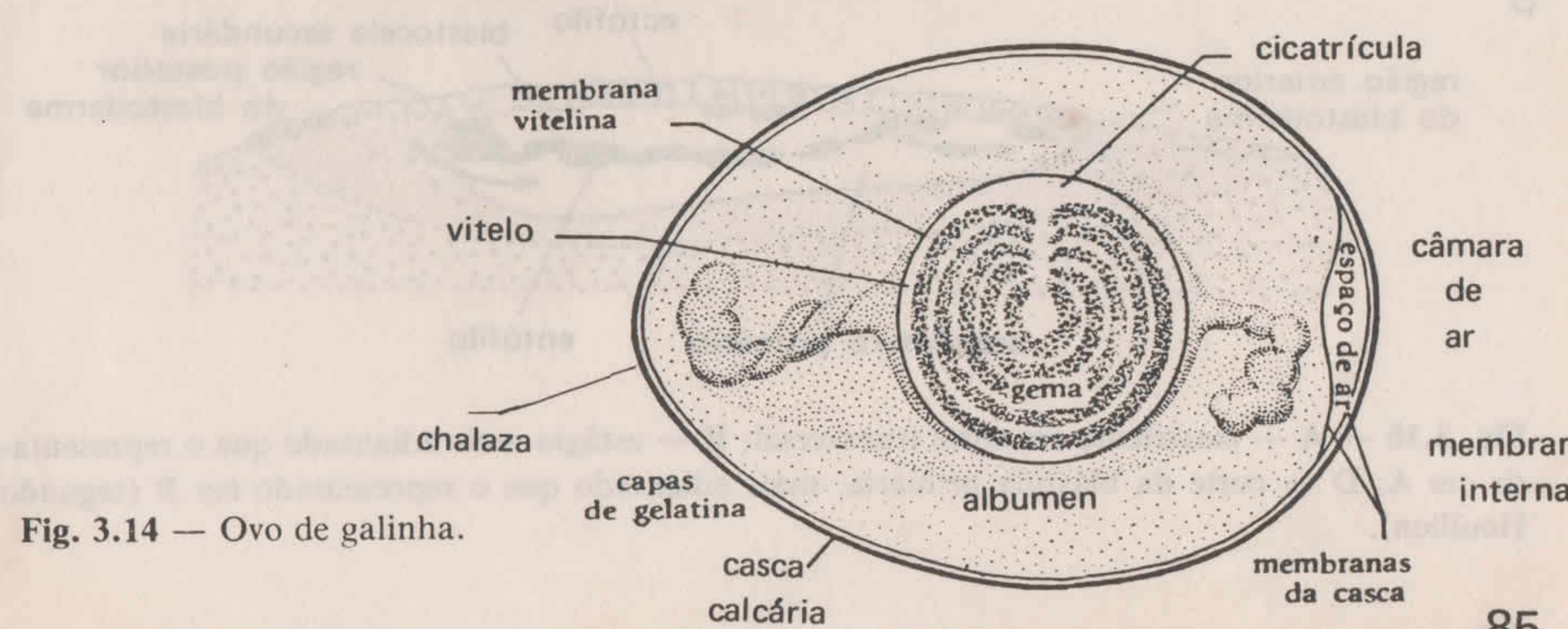


Fig. 3.14 — Ovo de galinha.

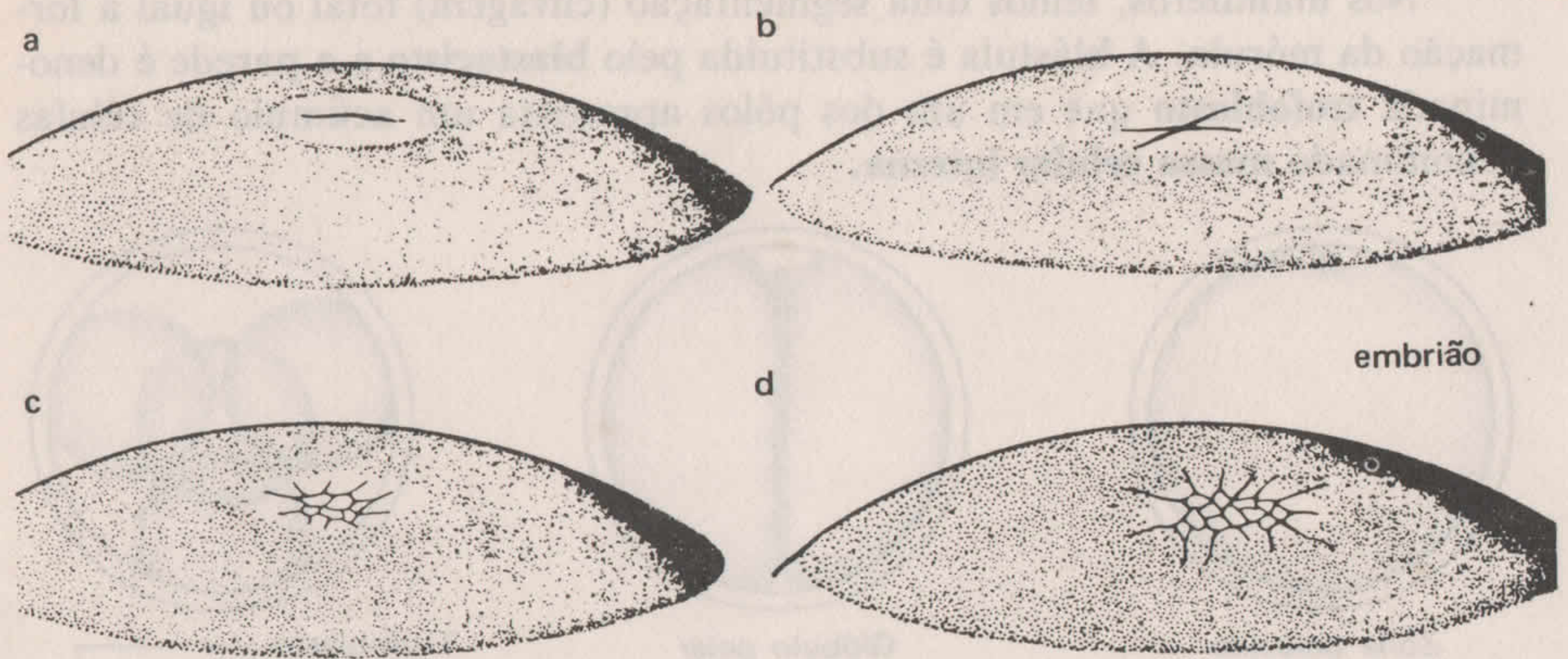


Fig. 3.15 — Esquema tridimensional da região do ovo (gema) onde se encontra o núcleo (cicatricula da figura anterior).

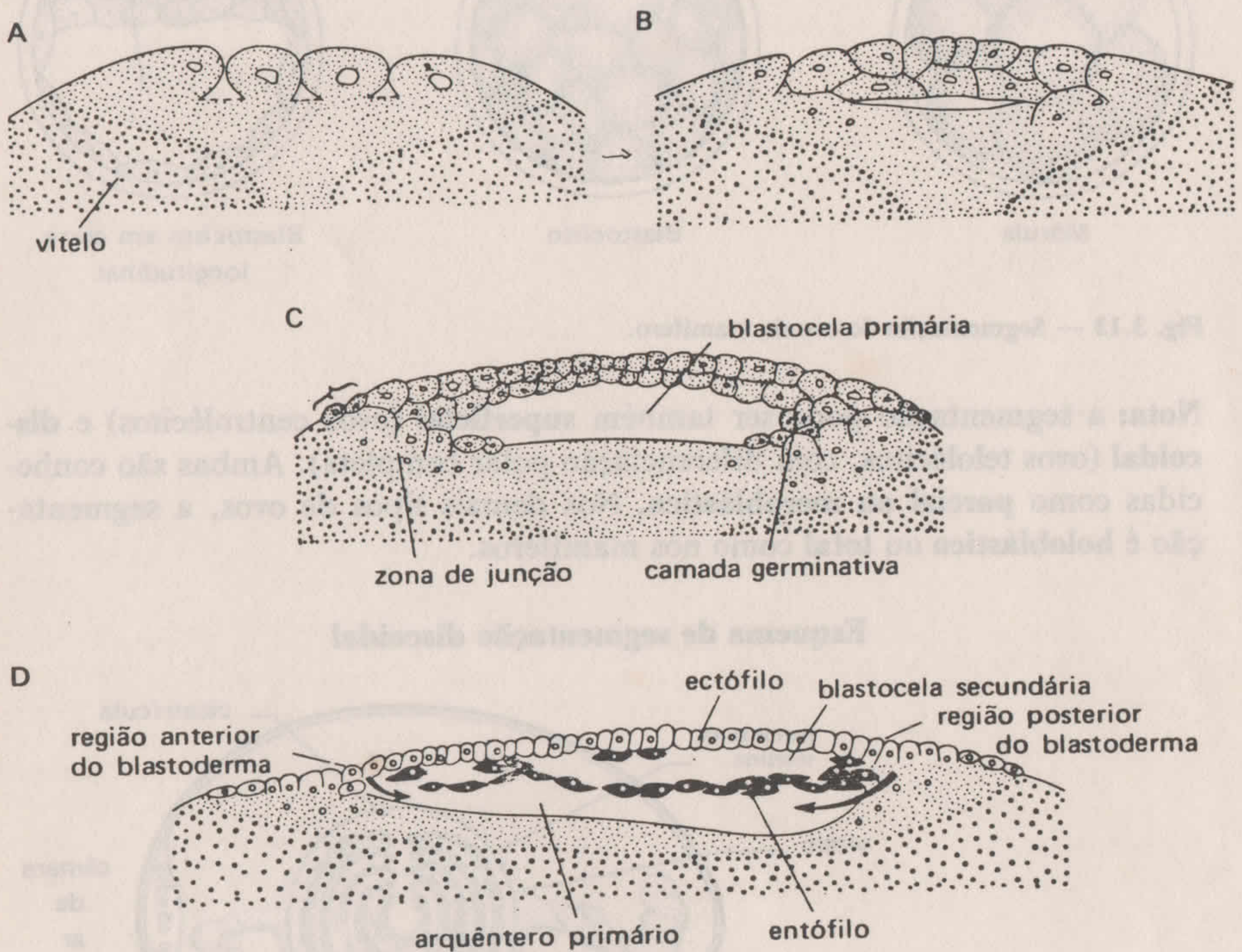


Fig. 3.16 — A — cicatrícula em corte transversal; B — estágio mais adiantado que o representado em A; D — corte da blástula primária, mais adiantado que o representado em B (segundo Houillon).

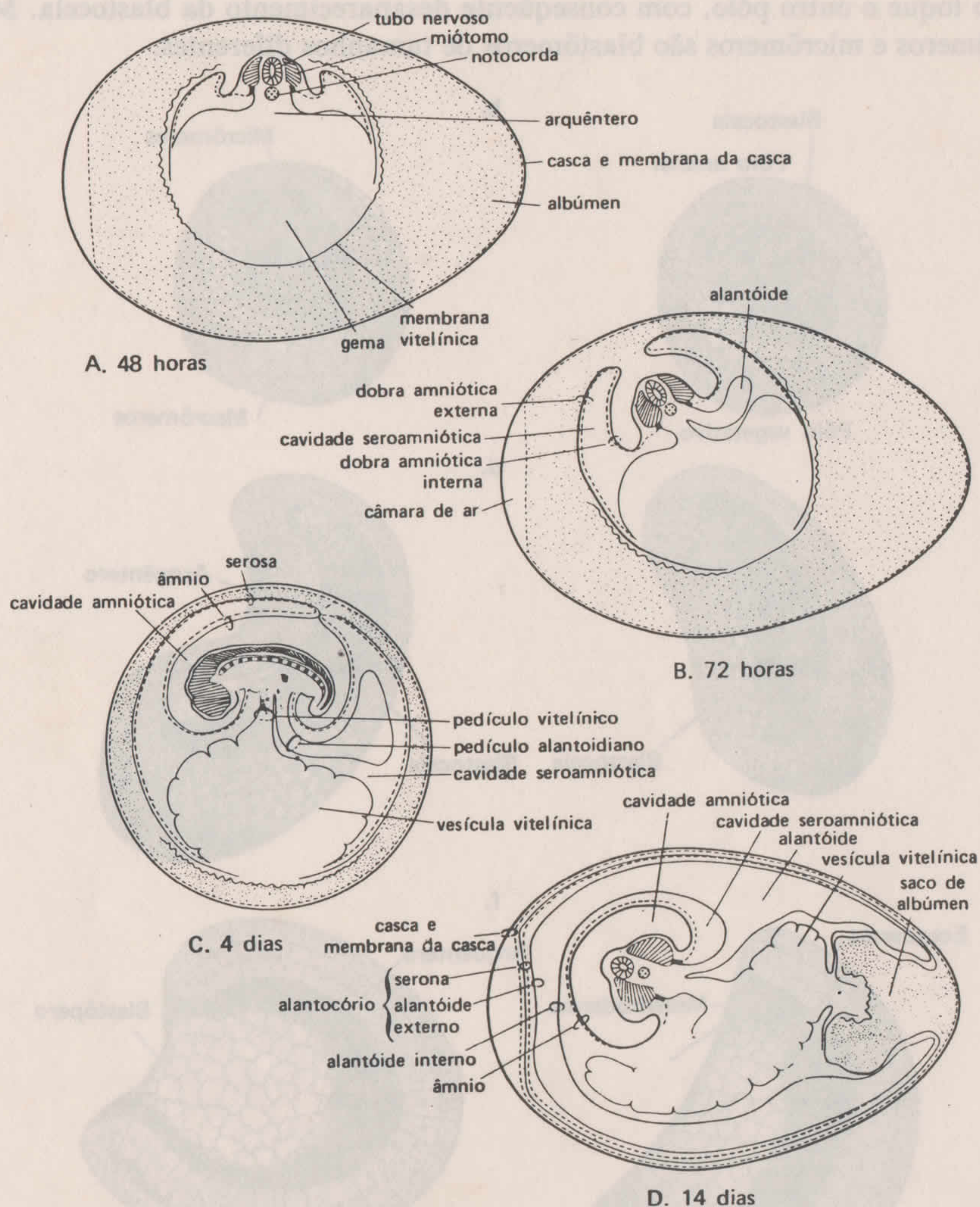


Fig. 3.17 — Formação dos anexos embrionários do embrião da galinha A, B e D — cortes longitudinais ao ovo e transversais ao embrião; C — corte transversal ao ovo e longitudinal ao embrião. Os esquemas A, B, C e D representam, respectivamente, embriões com 48 horas, 72 horas, 4 dias e 14 dias de incubação. A eclosão do ovo ocorre com 21 dias de incubação (segundo Patten).

Após a formação da **blástula**, esta sofre transformações que terminam por formar uma nova figura embrionária, a **gástrula**. Para sua formação, observamos que uma determinada área da blástula começa a sofrer uma invagi-

nação para o interior da blastocela, até que a camada que iniciou a invaginação toque o outro pólo, com conseqüente desaparecimento da blastocela. Macrômeros e micrômeros são blastômeros de tamanhos diferentes.

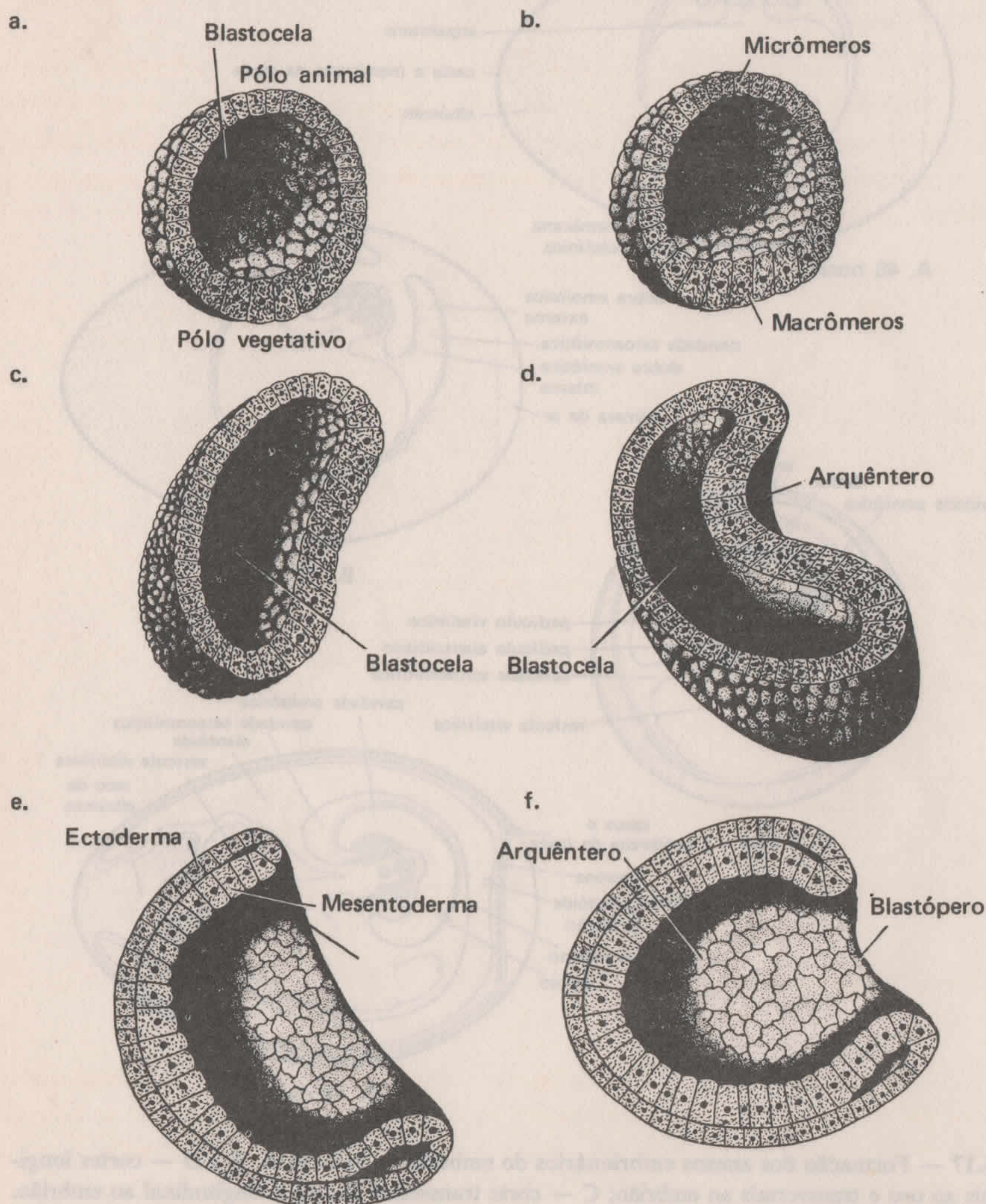


Fig. 3.18 — Esquema tridimensional da gastrulação do anfioxo (segundo Huettner).

Tal processo é denominado **gastrulação**. Terminado tal fenômeno, forma-se uma nova cavidade: é o **arquêntero** ou **intestino primitivo** (figura anterior). O arquêntero apresenta um orifício que o comunica com o meio exterior de-

nominado **blastóporo**. A gástrula assim formada apresenta duas camadas de células: a **externa**, que reveste o embrião, correspondendo à **ectoderma** ou **ectoblasto**, e a **interna**, que reveste o arquêntero, correspondendo à **endoderma** ou **endoblasto** (figura anterior).

A região dorsal do embrião assim formado apresenta-se achatada, sendo denominada **placa neural**, onde ocorre grande atividade mitótica. A **ectoderma** passa a crescer sobre a placa neural formando, inicialmente, o sulco neural que termina por formar o **canal** ou **tubo neural** que, futuramente, constituirá o **sistema nervoso central**.

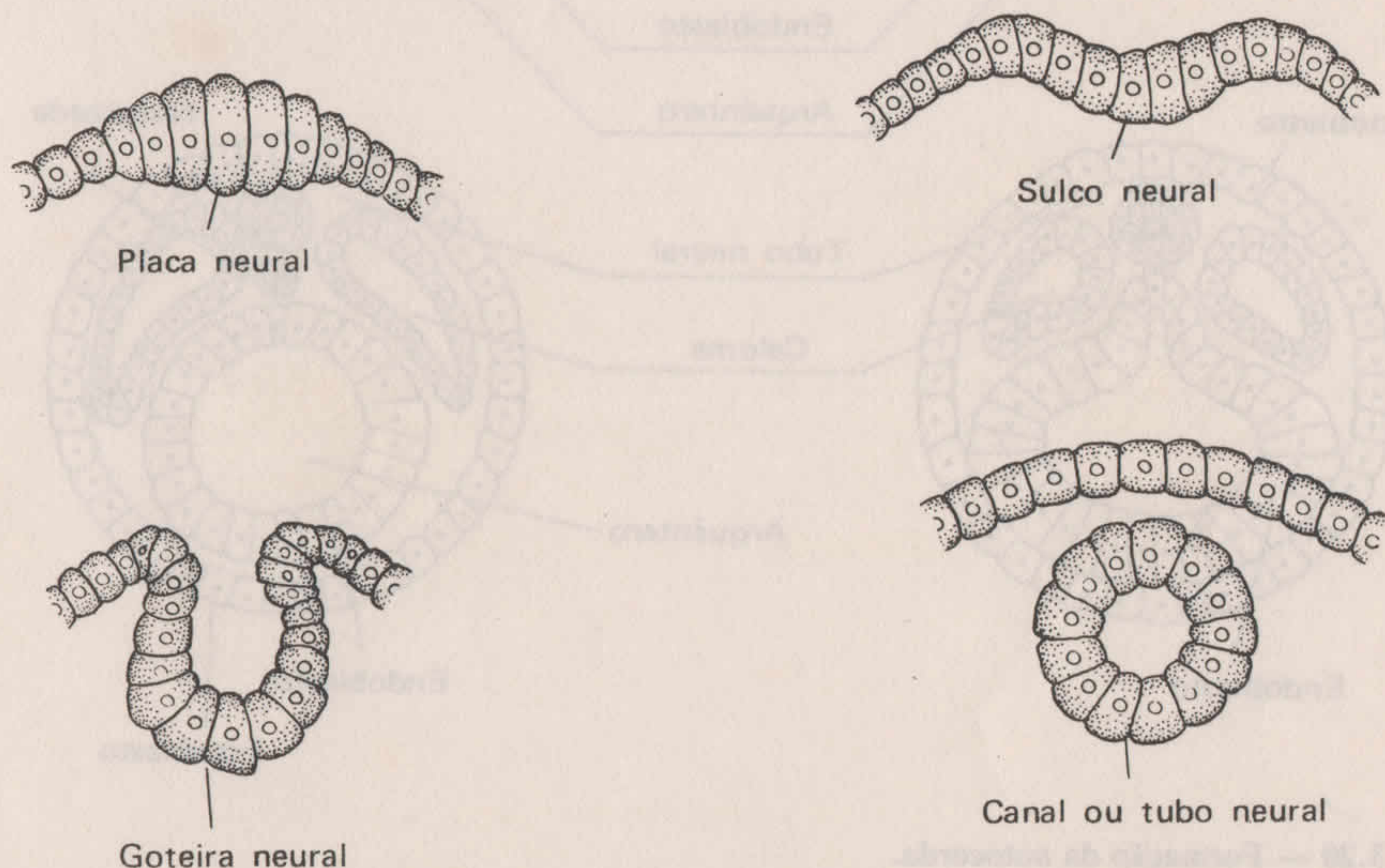


Fig. 3.19 — Formação do tubo neural.

Ao mesmo tempo que o tubo nervoso está se formando, a **endoderma**, abaixo da região da placa neural, sofre profundas modificações que se constituem em evaginações do arquêntero. Tais evaginações, duas laterais e uma mediana, acabam por se fechar e se desprender do intestino primitivo. A mediana constitui a **notocorda** que, nos animais vertebrados adultos, será substituída pela **coluna vertebral**. As laterais, que constituem a **mesoderma** (3º folheto germinativo), crescem entre as ectoderma e endoderma centrais até que o mesoderma de ambos os lados se encontre. A mesoderma apresenta dois folhetos com um espaço entre ambos denominado CELOMA. A mesoderma cresce na forma de dois folhetos (placas) de células: um junto à **ectoderma** (somatopleura) e outro junto à endoderma (esplancnopleura).

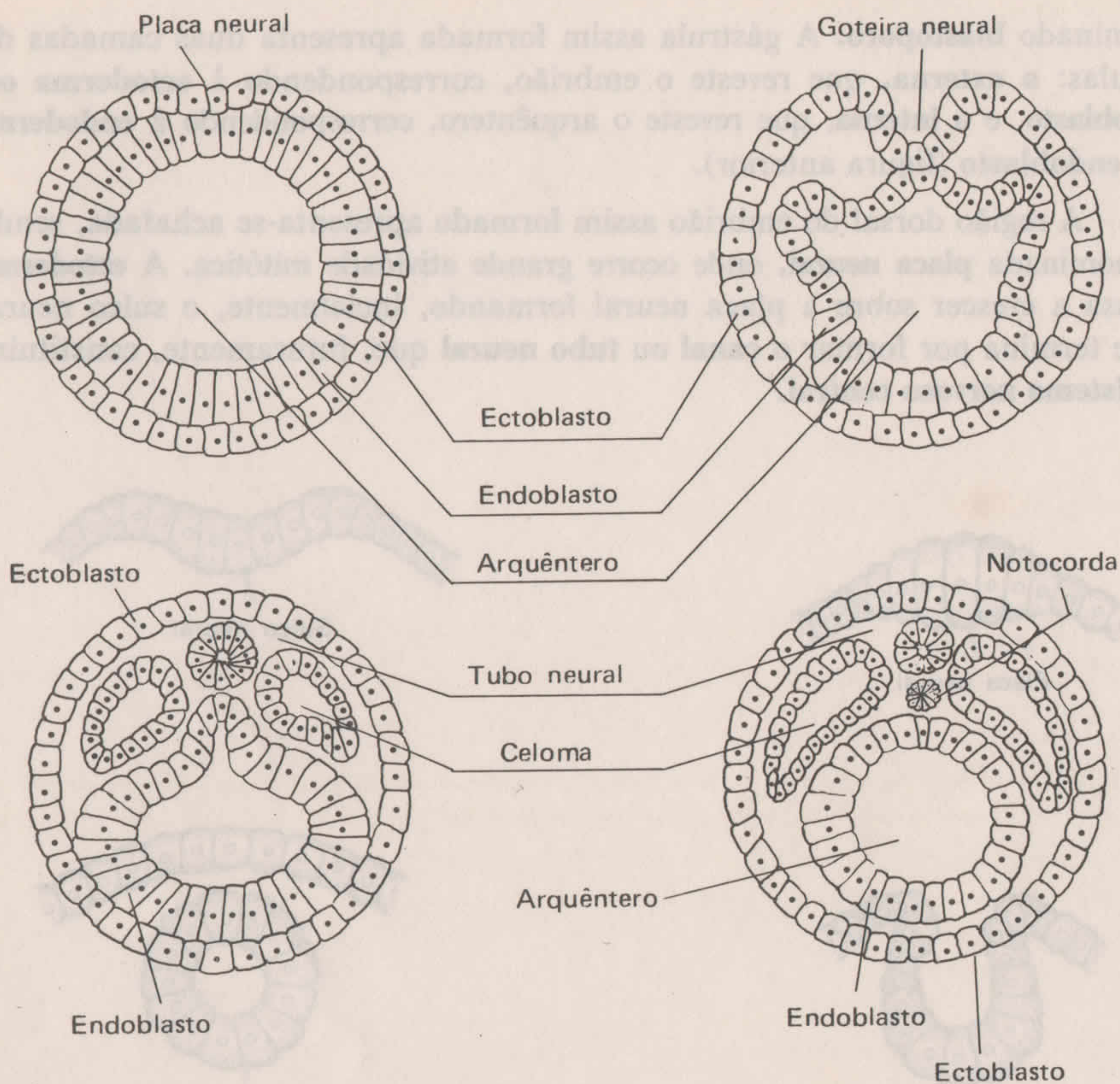


Fig. 3.20 — Formação da notocorda.

Após ocorre uma série de processos de diferenciação dos folhetos embrionários, formando os tecidos e os órgãos especializados. Esta série de processos é chamada organogênese (formação de diferentes órgãos a partir dos folhetos germinativos). Na organogênese, os folhetos germinativos darão origem aos seguintes órgãos e sistemas:

Ectoderma origina: epiderme e anexos da pele, sistema nervoso, adeno-hipófise, cristalinos, vesículas ópticas, gânglios e revestimento das porções anterior e posterior do tubo digestivo.

Mesoderma origina: aparelho urogenital, musculatura lisa e estriada, membranas serosas como pericárdio e pleura (a primeira envolve o coração e a segunda, os pulmões), o sistema ósseo e todos os tecidos conjuntivos.

Endoderma origina: as glândulas anexas à digestão (pâncreas e fígado), revestimento interno do tubo digestivo e pulmões.

3. Anexos Embrionários

São estruturas que se formam a partir dos folhetos embrionários, não participam da formação do corpo e, posteriormente, atrofiam-se ou são expulsos com o nascimento do animal. Apresentam, durante o desenvolvimento intra-uterino, várias funções. Os anexos embrionários são:

- a) **Saco vitelínico:** apresenta-se formado pela **somatopleura** e **esplancnopleura** que envolvem as substâncias nutritivas necessárias ao embrião. Sua função relaciona-se com a nutrição do embrião. Tal estrutura é bem desenvolvida em animais que se desenvolvem fora do organismo materno, como os peixes, anfíbios (sapos), aves e répteis.
- b) **Alantóide:** origina-se por evaginação da esplancnopleura no celoma e se apresenta relacionado com a respiração (trocas gasosas); também coleta os catabólitos para excretá-los para o exterior ou acumulá-los até o nascimento. Tal estrutura ocorre, bem desenvolvida, em espécies cuja vida embrionária se passa fora d'água e fora do organismo materno, como nos répteis e aves.
- c) **Âmnio e Corion:** originam-se a partir da somatopleura e formam uma bolsa cujo interior contém um líquido denominado líquido amniótico. Sua função relaciona-se com proteção do embrião contra choques mecânicos, entre outros. Tal estrutura ocorre principalmente nos mamíferos.

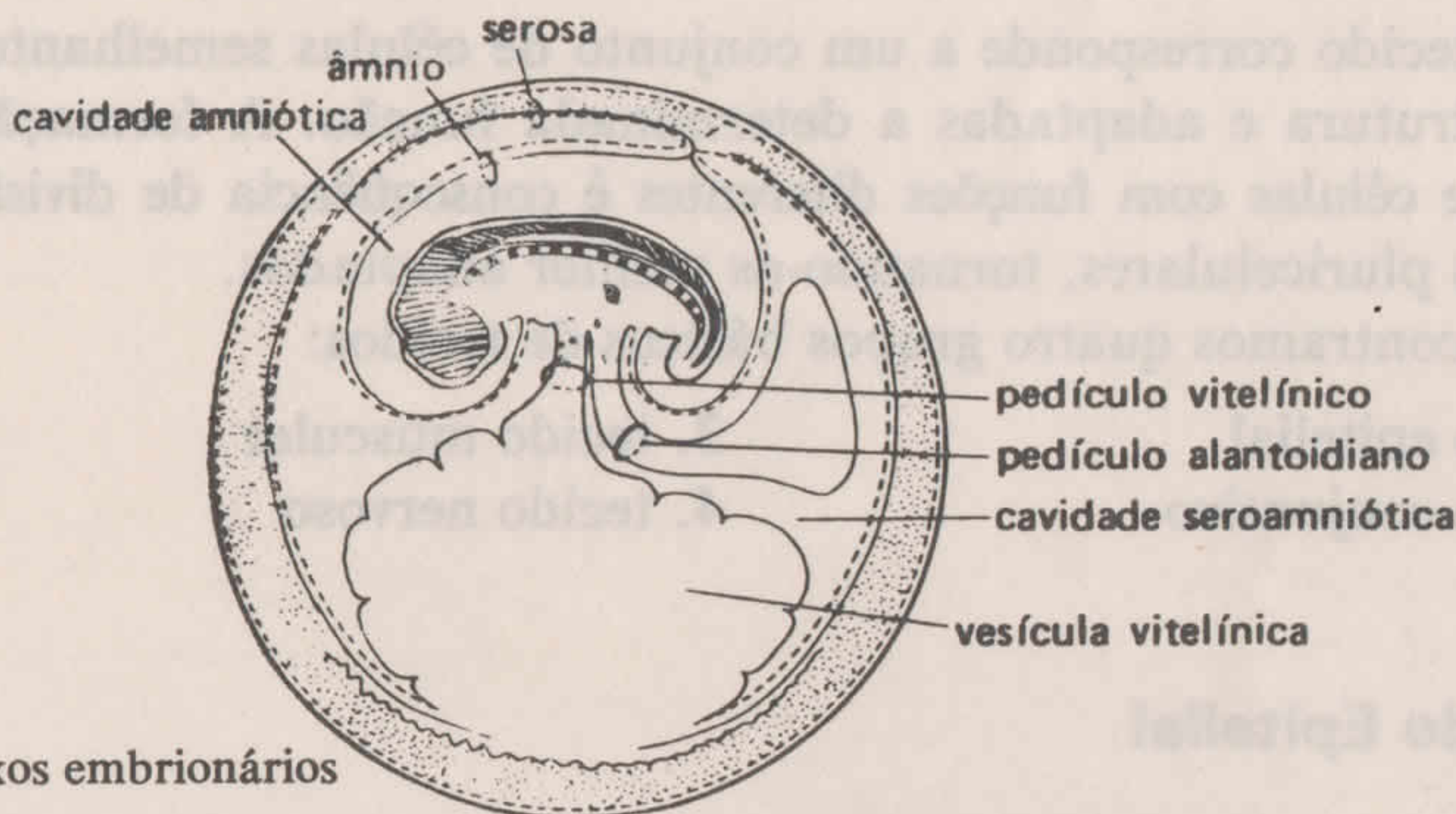


Fig. 3.21 — Anexos embrionários

- d) **Placenta:** origina-se a partir do trofoblasto e apresenta-se cheia de vilosidades que adentram o endométrio (parede interna do útero). É ricamente vascularizada, o que permite trocar substâncias com o organismo materno para a nutrição do embrião. Além da nutrição, relaciona-se com trocas gasosas, excreção e produção de substâncias hormonais extremamente importantes para manter a gravidez.

Tal anexo é característico dos mamíferos, embora tenhamos vários tipos de placenta, como: — **difusa** (vilosidades irregularmente distribuídas na superfície do corion); ex.: cavalos; — **cotiledonar** (vilosidades formam grupos esparsos); ex.: ruminantes; — **zonária** (vilosidades formam um anel); ex.: carnívoros; — **discoidal** (vilosidades disposta em um dos pólos do corion); ex.: homem.

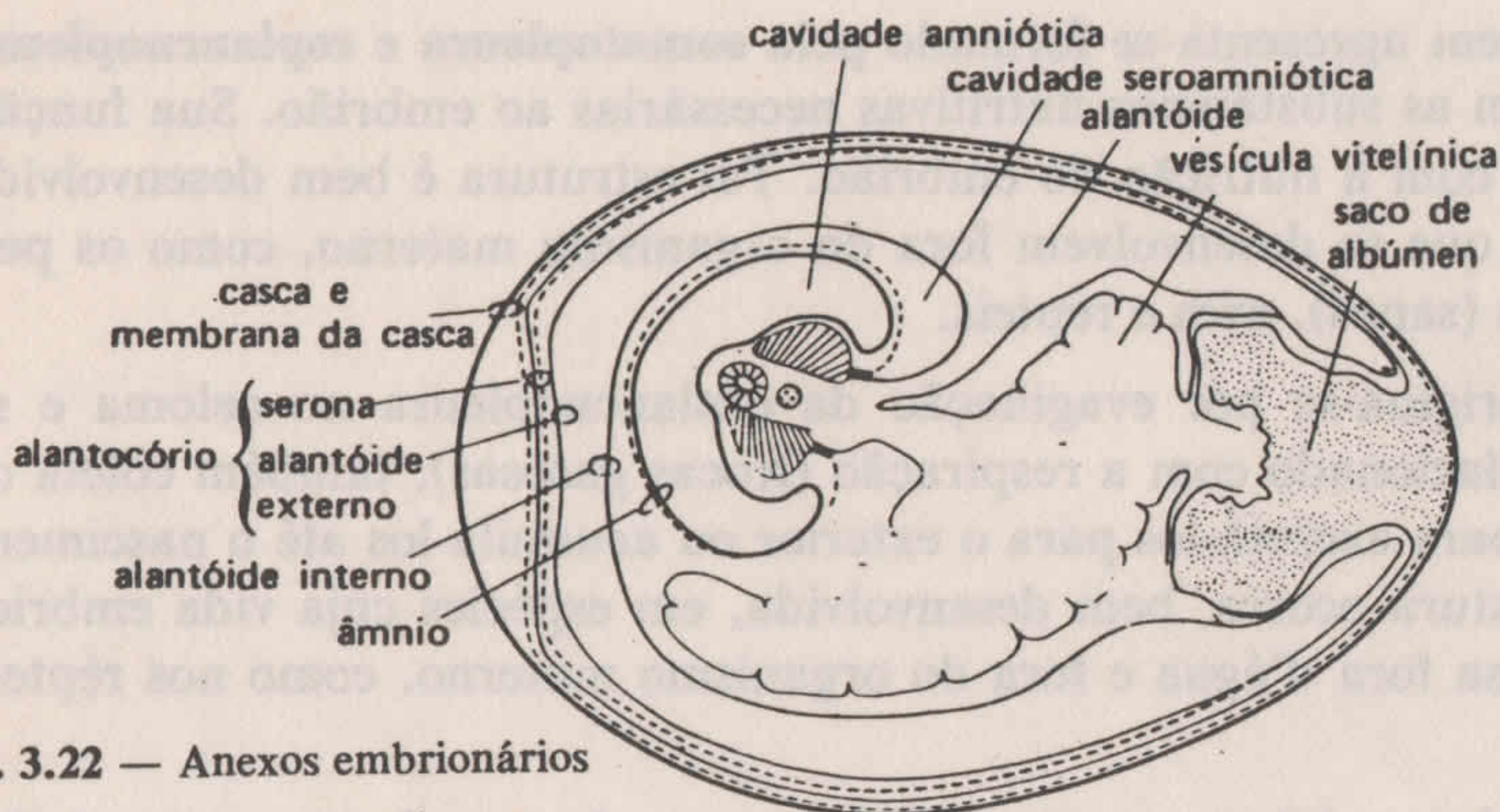


Fig. 3.22 — Anexos embrionários

IV — HISTOLOGIA ANIMAL

O tecido corresponde a um conjunto de células semelhantes em sua forma e estrutura e adaptadas a determinada função. A formação ou aparecimento de células com funções diferentes é consequência de divisão de trabalho nos seres pluricelulares, tornando-os melhor adaptados.

Encontramos quatro grupos básicos de tecidos:

- | | |
|----------------------|--------------------|
| 1. tecido epitelial | 3. tecido muscular |
| 2. tecido conjuntivo | 4. tecido nervoso |

1. Tecido Epitelial

Caracteriza-se por apresentar células justapostas, poliédricas com pouca ou nenhuma substância intercelular e por não apresentar vasos sanguíneos. Pode ser:

- a) **tecido epitelial de revestimento**: o próprio nome já diz respeito à sua função, revestindo externa (SEROSAS) ou internamente (MUCOSAS) os órgãos. Exemplo: mucosa bucal; mucosa nasal; mucosa gástrica (reveste o estômago) etc.

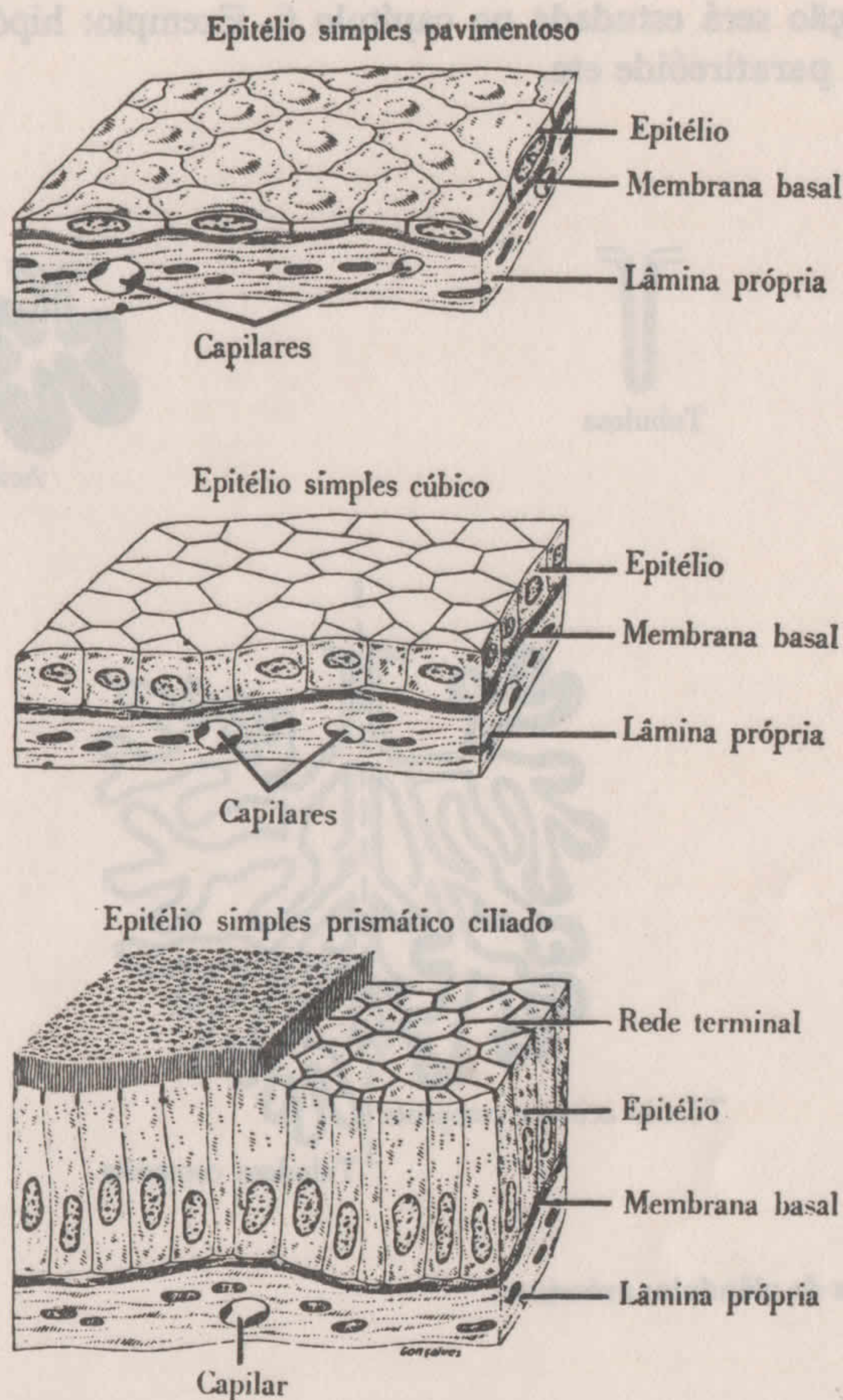
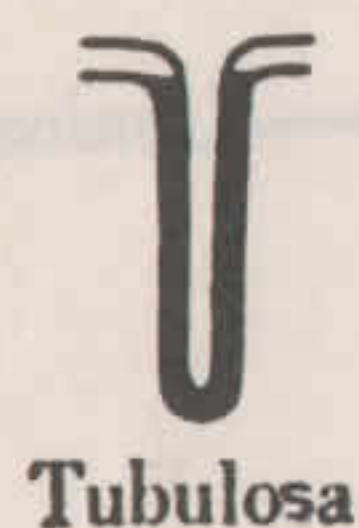


Fig. 3.23 — Tecido epitelial.

- b) **tecido epitelial glandular:** estes epitélios apresentam células com grande atividade secretora produzindo, desta forma, vários tipos de substâncias. Formam as glândulas, que podem ser:
- **glândulas exócrinas**, ou glândulas de secreção externa, são aquelas que possuem um ducto para a eliminação do produto elaborado, podendo ser **simples** ou **compostas**. As glândulas exócrinas compostas apresentam o ducto e podem ser: **tubulosas**, **acinosas** e **túbulo-acinosas**.
 - **glândulas endócrinas** ou de secreção interna. Estas não apresentam ducto secretor, diminuindo os produtos secretados em capilares sanguíneos que as circundam. São as glândulas encarregadas da produção de hormônios,

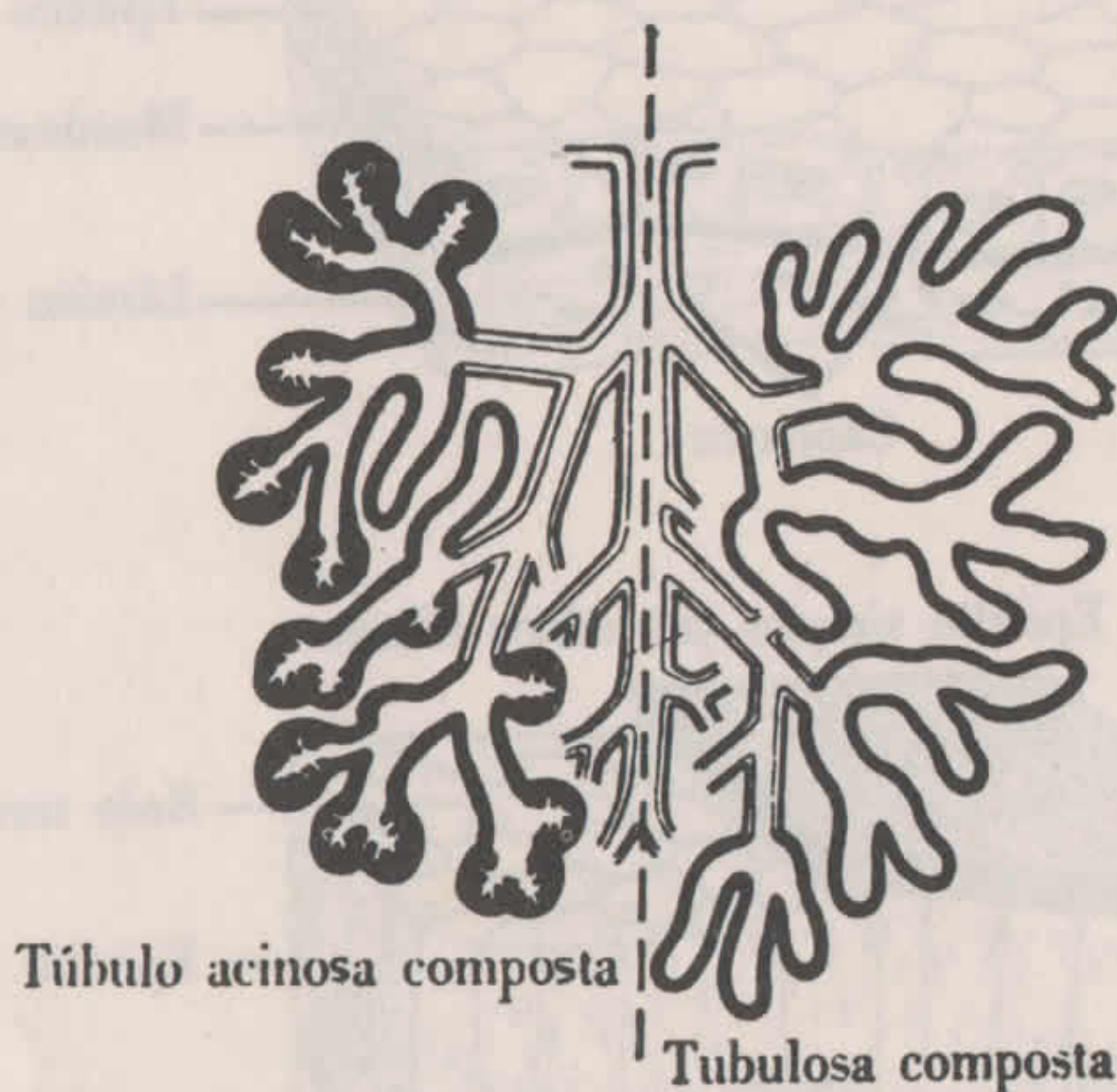
cuja função será estudada no capítulo 6. Exemplo: hipófise; supra-renais; tireóide; paratireóide etc.



Tubulosa



Acinosa



Túbulo acinosa composta

Tubulosa composta

Fig. 3.24 — Tipos de glândulas exócrinas.

2. Tecido Conjuntivo

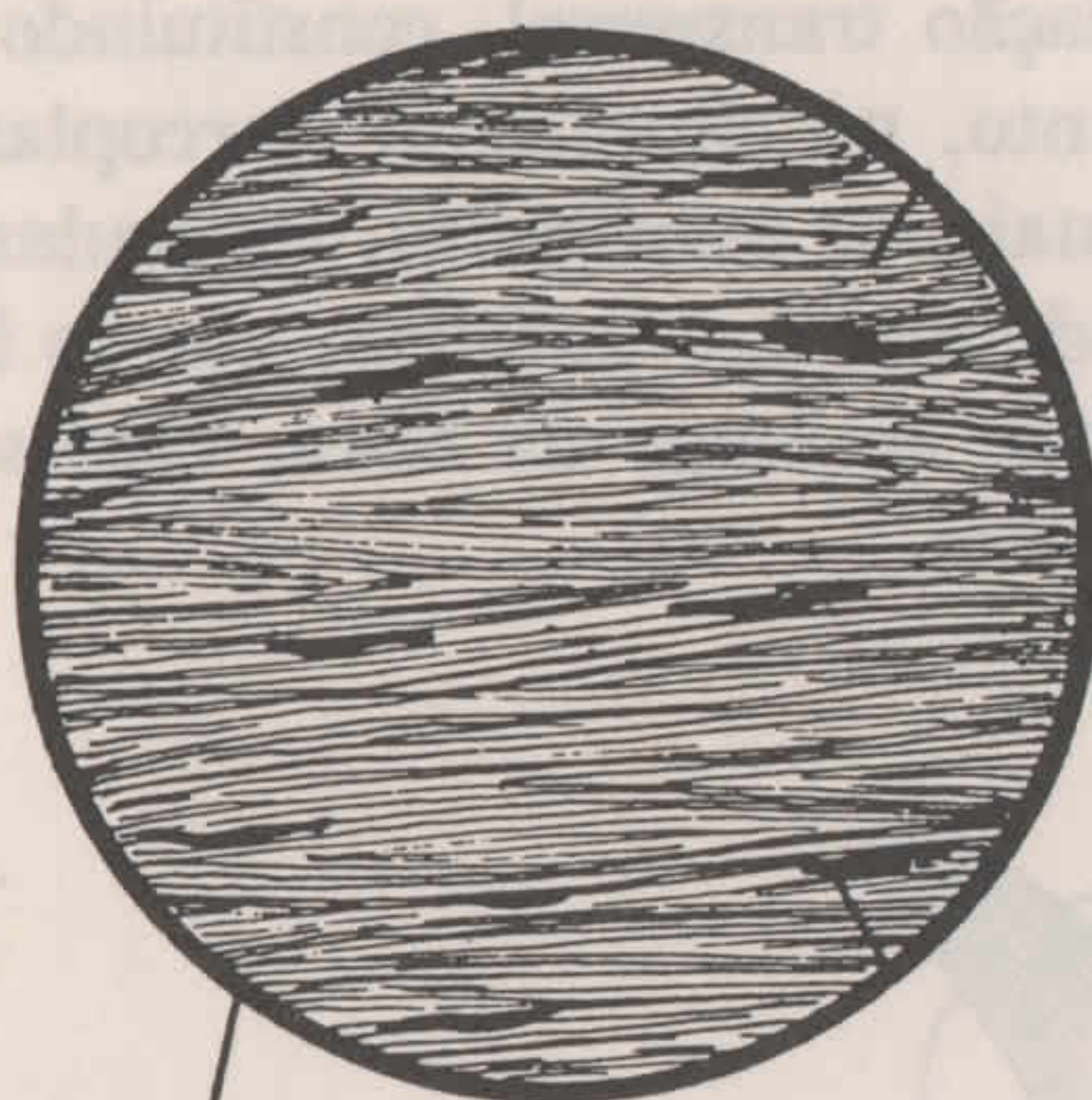
É o tecido de maior ocorrência no organismo. Apresenta grande quantidade de substância intercelular, vasos sanguíneos e serve para nutrir, sustentar, ligar os demais tecidos. Neste, temos incluído o tecido hematopoético, responsável pela produção das células sanguíneas.

Tipos de tecido conjuntivo:

- tecido conjuntivo frouxo; ex.: tecido celular subcutâneo
- tecido conjuntivo denso; ex.: tendões musculares
- tecido conjuntivo cartilaginoso
- tecido conjuntivo adiposo (gorduroso)
- tecido conjuntivo ósseo
- tecido hematopoético; ex.: sangue



Tecido conjuntivo
frouxo



conjuntivo denso

estrutura microscópica do osso
em cortes long

sistema de Havers
canal de Havers

canal de
Volkmann

capilar

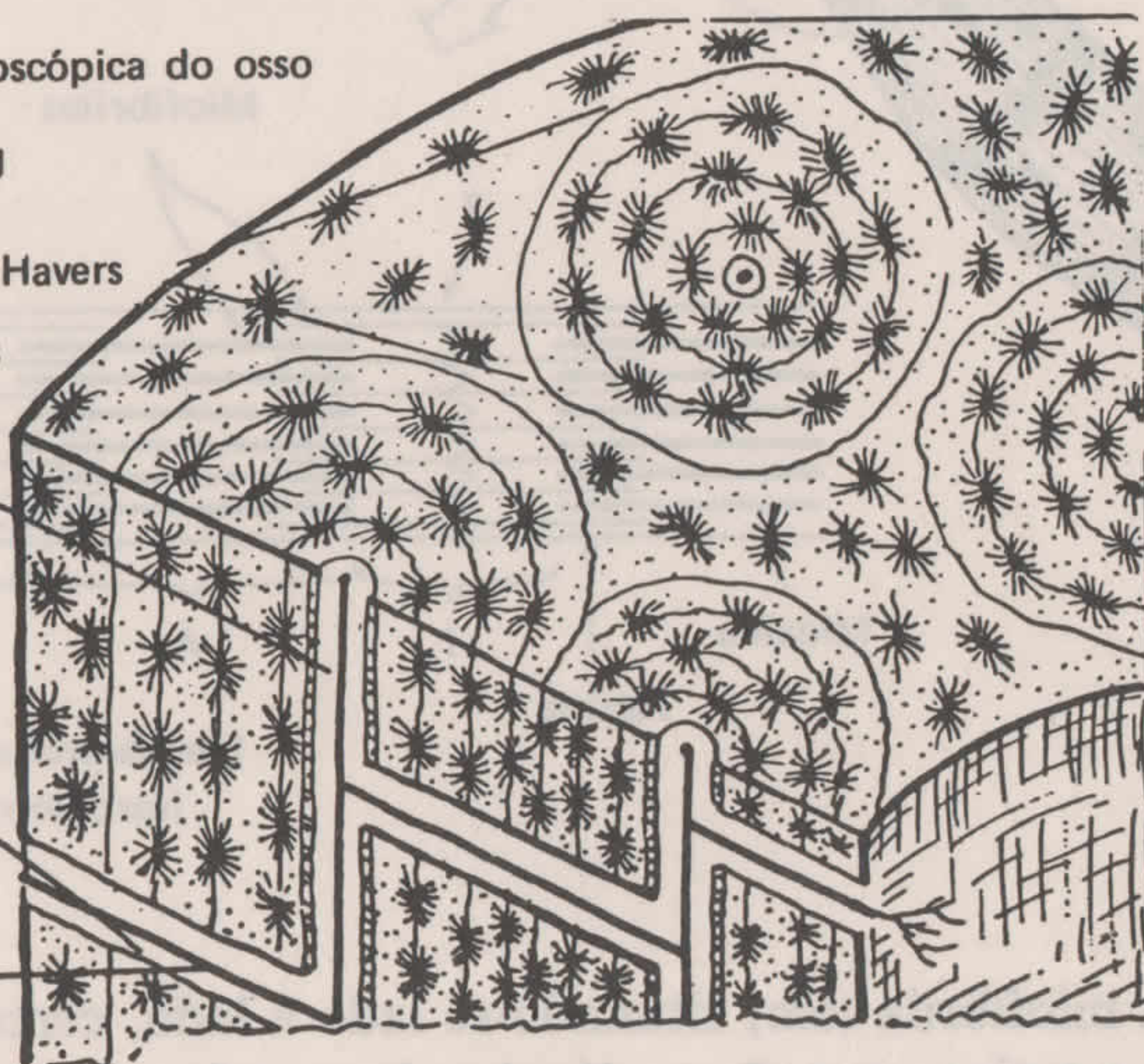


Fig. 3.25

3. Tecido Muscular

Caracteriza-se pela presença de células alongadas, denominadas fibras, que apresentam alto grau de contratilidade. Pode ser:

- a) **tecido muscular liso** (involuntário); forma os músculos lisos; suas células apresentam um único núcleo de posição central, são alongadas e **apresentam contração lenta e involuntária**, isto é, independente de nossa vontade. Encontramos tal tecido formando camadas musculares que circundam os vasos sanguíneos, os intestinos, bexiga urinária e útero.
- b) **tecido muscular estriado** (voluntário); dotado de células alongadas, maiores que as fibras do tecido muscular liso; suas células apresentam vários núcleos e **são dotadas de contração rápida e voluntária**, ou seja, regulada pela vontade.

Ao microscópio, observamos que as células do tecido muscular estriado são dotadas de uma estriação transversal, constituindo a principal característica deste tecido. Entretanto, no citoplasma (sarcoplasma) destas fibras, notamos estrias longitudinais, as miofibrilas, formadas por elementos de **actina** e **miosina**, dispostos de maneira paralela, que se interpõem em determinadas áreas, de sorte que, ao longo da fibra, vamos encontrar uma sucessão de estrias **claras e escuras**.

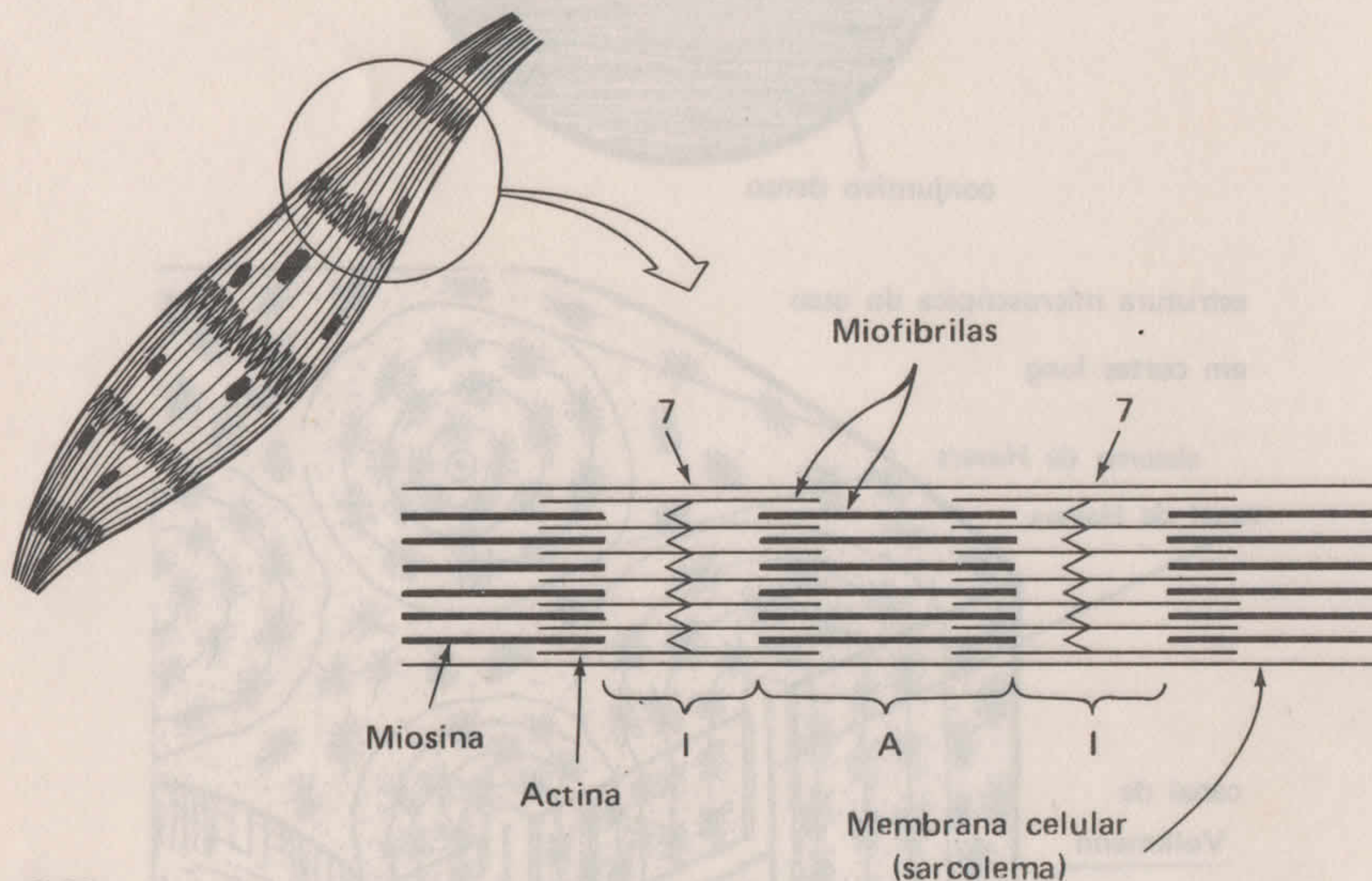


Fig. 3.26

Nota: cada miofibrila tem, situando-se lado a lado, cerca de 2.500 filamentos de miosina e actina, que são moléculas de proteínas polimerizadas.

Contração de fibra muscular estriada

Os miofilamentos são de 2 tipos diferentes: filamentos grossos (miosina) e filamentos finos (actina), com arranjo bastante regular, conforme figura acima. O encurtamento das miofibrilas depende dos miofilamentos de **actina** e **miosina** que não alteram o seu comprimento durante a contração, mas deslizam uns sobre os outros. Desta forma, os movimentos de contração e relaxamento da fibra muscular são devidos ao deslizamento dos filamentos de actina sobre os de miosina.

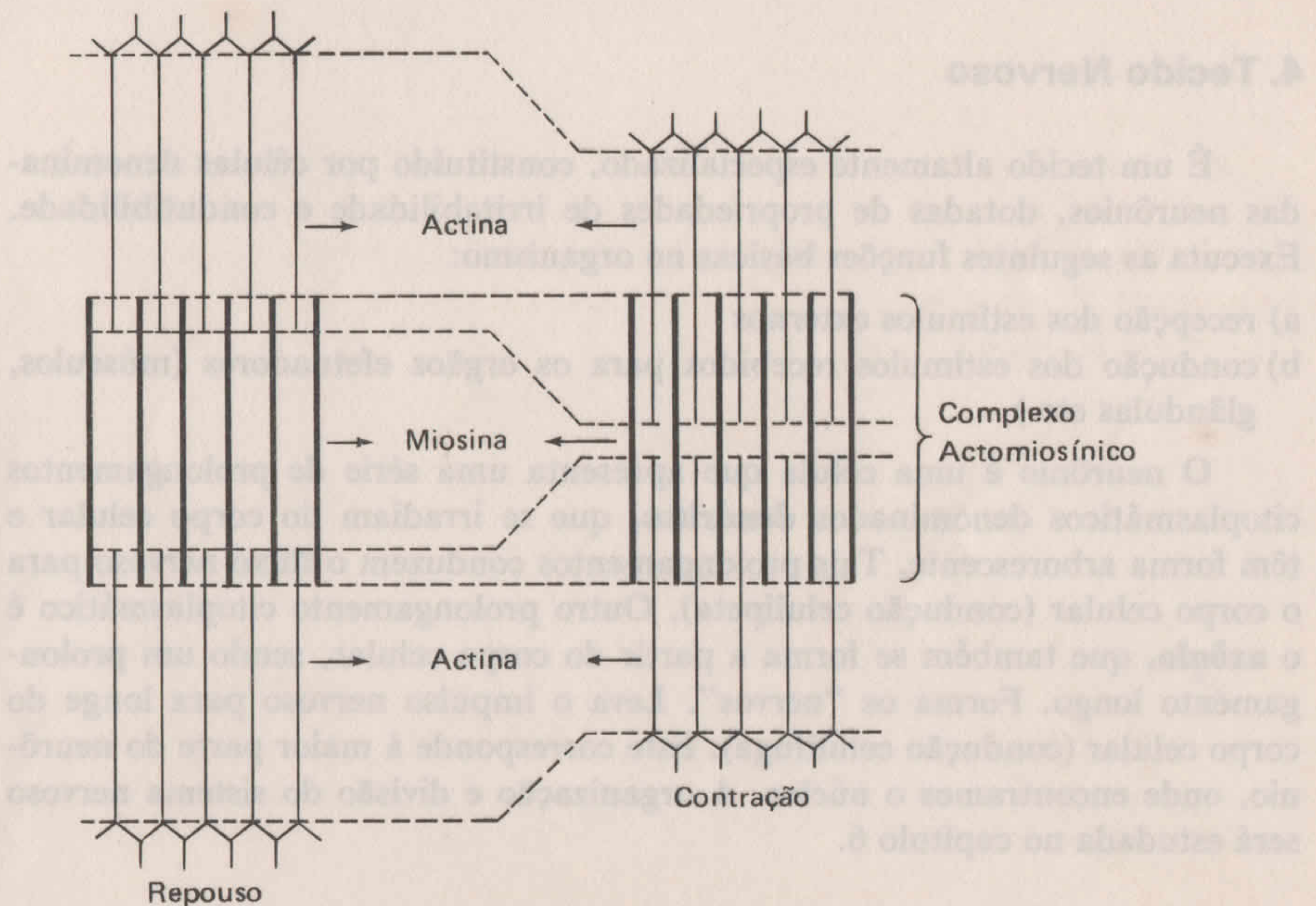


Fig. 3.27 — Esquema mostrando as variações das miofibrilas durante a contração.

- c) **tecido muscular cardíaco** (miocárdio); apresenta-se também formado por células com estrias transvesais, porém difere do estriado esquelético por ser involuntário e por apresentar fibras musculares unidas através de vilosidades. Suas células apresentam um único núcleo de posição central.

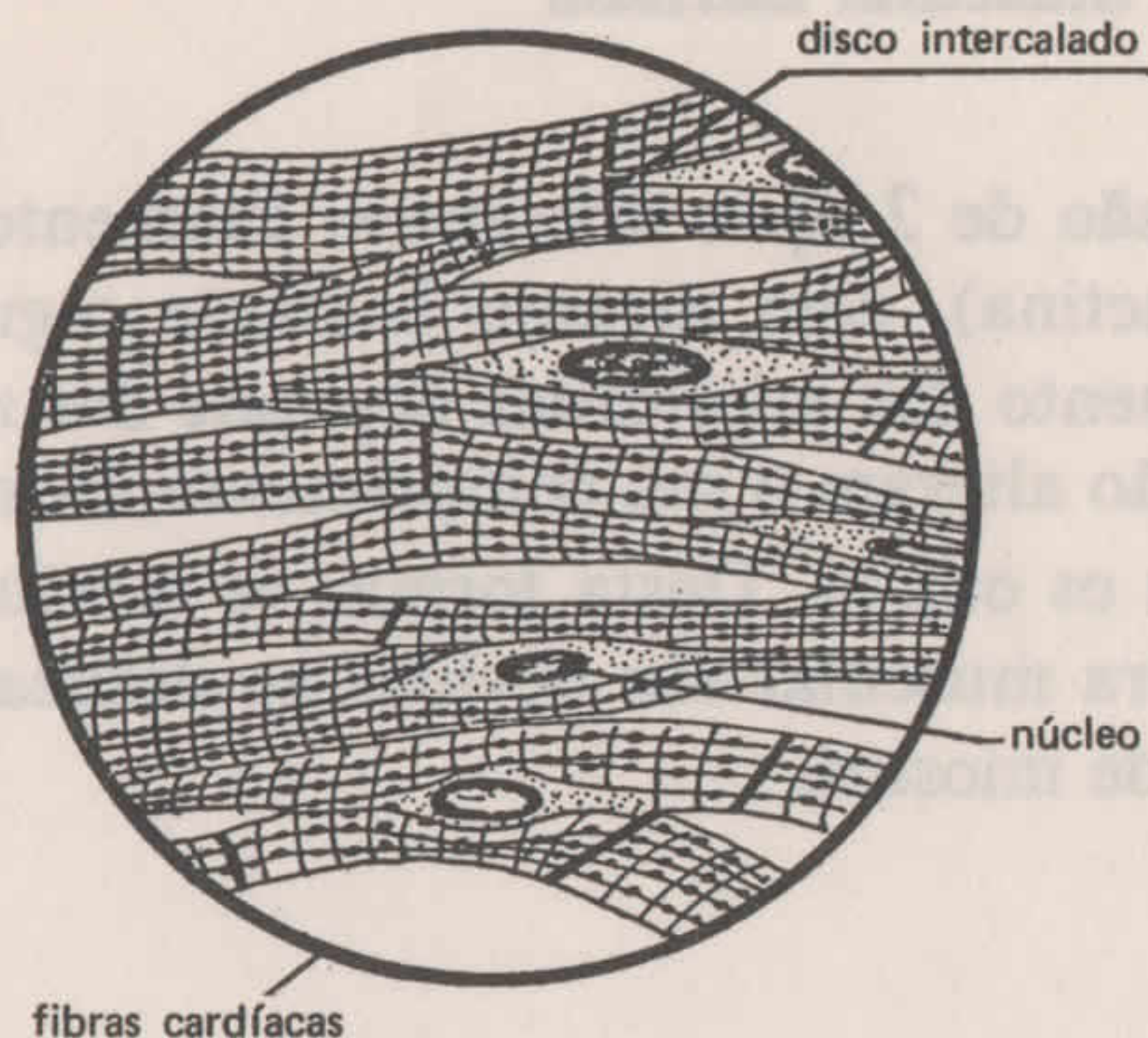


Fig. 3.28

4. Tecido Nervoso

É um tecido altamente especializado, constituído por células denominadas neurônios, dotadas de propriedades de irritabilidade e condutibilidade. Executa as seguintes funções básicas no organismo:

- a) recepção dos estímulos externos
- b) condução dos estímulos recebidos para os órgãos efetadores (músculos, glândulas etc.)

O neurônio é uma célula que apresenta uma série de prolongamentos citoplasmáticos denominados **dendritos**, que se irradiam do corpo celular e têm forma arborescente. Tais prolongamentos conduzem o fluxo nervoso para o corpo celular (condução celulípeta). Outro prolongamento citoplasmático é o **axônio**, que também se forma a partir do corpo celular, sendo um prolongamento longo. Forma os “nervos”. Leva o impulso nervoso para longe do corpo celular (condução celulífuga). Este corresponde à maior parte do neurônio, onde encontramos o núcleo. A organização e divisão do sistema nervoso será estudada no capítulo 6.

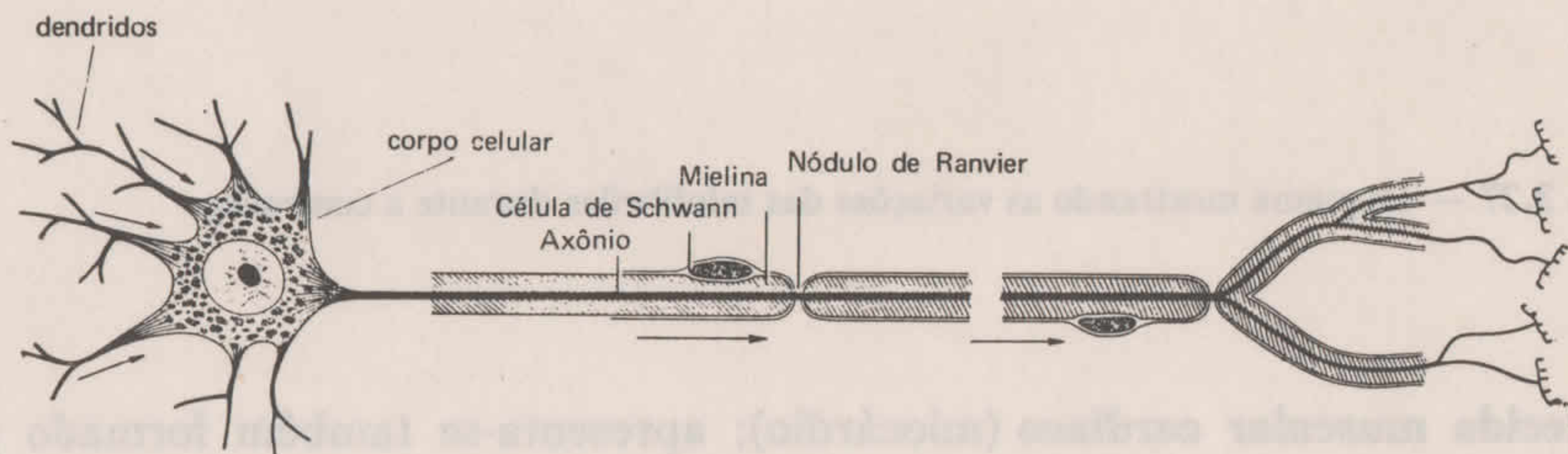


Fig. 3.29 — Esquema de um neurônio. As setas indicam a direção do impulso nervoso. Além do axônio, aparecem diversos dendritos, que conduzem o impulso na direção do corpo celular.

TESTES

136. O arquêntero é uma cavidade que se forma na fase de _____ e corresponde à (ao):
- neurulação; intestino primitivo
 - blastulação; tubo normal
 - gastrulação; intestino primitivo
 - gastrulação; blastóporo
137. Nos mamíferos, encontramos ovo do tipo:
- telolécito com diferenciação polar completa
 - oligolécito
 - centrolécito
 - telolécito com diferenciação polar incompleta
138. O tubo neural origina-se do (a):
- ectoderma
 - endoderma
 - mesoderma
 - n.d.a.
139. Após a clivagem (segmentação), forma-se uma primeira figura embrionária denominada:
- gástrula
 - blástula
 - mórula
 - notocorda
140. O fígado, o pâncreas e os pulmões originam-se a partir do (a):
- tubo neural
 - endoderma
 - mesoderma
 - ectoderma
141. Alantóide, placenta e saco vitelínico são denominados:
- folhetos embrionários
 - trofoblasto
 - placa mesenterial
 - anexos embrionários
- Associe as 2 colunas e responda à questão 142.
- | | |
|-------------------------|--------------------------------------|
| I— Saco vitelínico () | a. nutrição |
| II— Bolsa amniótica () | b. trocas gasosas |
| III — Alantóide () | c. nutrição e produção de hormônios |
| IV — Placenta () | d. proteção contra choques mecânicos |
142. O relacionamento correto é o da alternativa:
- I.a; II.b; III.c; IV.d
 - I.b; II.d; III.a; IV.c
 - I.c; II.b; III.b; IV.c
 - I.a; II.d; III.b; IV.c
143. A notocorda forma-se a partir do (a):
- ectoderma
 - endoderma
 - mesoderma
 - n.d.a.
144. Os primeiros estágios de desenvolvimento embrionário ocorrem na seguinte sequência:
- ovo — mórula — blástula — gástrula
 - ovo — mórula — gástrula — blástula

- c) ovo — blástula — mórula — gástrula
- d) ovo — mórula — nêurula — gástrula

145. (CESCEM) — A formação da endoderma e da ectoderma ocorre na fase:
- a) blástula
 - b) gástrula
 - c) mórula
 - d) nêurula
146. Assinale a alternativa **incorreta**:
- a) a epiderme e o sistema nervoso originam-se da ectoderma
 - b) o esqueleto ósseo e cartilaginoso origina-se a partir da mesoderma
 - c) a endoderma dá origem às glândulas
 - d) os músculos originam-se a partir da ectoderma
147. O agrupamento de células de formas semelhantes e que apresentam a mesma função caracteriza:
- a) órgãos
 - b) tecidos
 - c) glândulas
 - d) os seres vivos
148. A presença de vasos sangüíneos, células “dispersas” com muita substância intercelular, caracteriza o:
- a) tecido muscular
 - b) tecido conjuntivo
 - c) tecido epitelial
 - d) tecido muscular cardíaco
149. Caracteriza o tecido muscular estriado:
- a) células alongadas, uninucleares, contração lenta e involuntária
 - b) células fusiformes, plurinucleares, contração lenta e voluntária
 - c) células fusiformes, plurinucleares, contração lenta e involuntária
 - d) células fusiformes, plurinucleares, contração rápida e voluntária
150. O músculo cardíaco (miocárdio) é:
- a) liso e involuntário
 - b) liso e voluntário
 - c) estriado e involuntário
 - d) estriado e voluntário
151. Neurônio é:
- a) célula característica do tecido nervoso
 - b) célula poliédrica que caracteriza o tecido epitelial
 - c) célula característica do tecido glandular
 - d) n.d.a.
152. Tecido epitelial com células secretoras, apresentando ducto secretor, caracteriza:
- a) tecido epitelial glandular de secreção externa
 - b) tecido epitelial glandular de secreção interna
 - c) tecido epitelial de revestimento muscular
 - d) n.d.a.
153. A contração muscular deve-se:
- a) ao encurtamento dos filamentos de actina e miosina
 - b) ao encurtamento da célula devido à contração do neurônio
 - c) ao deslizamento dos miofilamentos de actina e miosina
 - d) n.d.a.

154. O sangue é um exemplo de:
- a) tecido conjuntivo
 - b) tecido nervoso
 - c) líquido circular apenas, não sendo tecido, pois não apresenta células
 - d) n.d.a.
155. Assinale a incorreta:
- a) A pele apresenta na camada superficial um tecido epitelial estratificado
 - b) Os tendões musculares são formados por tecidos conjuntivos densos
 - c) Os nervos são formados pelo conjunto de axônio
 - d) Os nervos são formados pelos tendões musculares
156. O miocárdio é um tecido muscular que apresenta características de tecido muscular:
- a) liso
 - b) condicionado à frequência respiratória, pois, se pararmos de respirar, imediatamente o coração parará
 - c) estriado
 - d) as alternativas a e c são corretas

GENÉTICA

CAPÍTULO

4

É o ramo da Biologia que estuda as variedades entre os seres vivos da mesma espécie e seu mecanismo de transmissão durante uma ou várias gerações.

I – HISTÓRICO

Johann (Gregor) Mendel, monge agostiniano, publicou, em 1865, na cidade de Brno (Tchecoslováquia), seus primeiros trabalhos, fruto de mais ou menos 8 anos de experiências, os quais enunciavam os princípios básicos que regulam o mecanismo de transmissão das características hereditárias.

Mendel trabalhou com ervilhas, e seu sucesso resultou, em parte, dos grandes conhecimentos que tinha de matemática, assim como de biologia. Por outro lado, tal sucesso resultou, ainda, do seu método de analisar apenas uma característica por vez e do tipo de ervilha escolhido.

É importante considerar que, nessa época, nada se sabia sobre **genes**, cromossomos ou processos de divisão celular. Portanto, os princípios mendelianos baseiam-se somente em resultados obtidos em cruzamentos de plantas.

II – CONCEITOS PRELIMINARES

Caráter: caráter biológico é qualquer estrutura, aspecto ou função do organismo. Exemplo: cor de olhos.

Fator: unidade genética responsável pela determinação do caráter. Os fatores, atualmente conhecidos como **genes**, são formados por DNA; situam-se ao longo dos cromossomos em posição definida denominada “**locus**” gênico (plural = “**loci**”).

Cromossomos homólogos: são aqueles que formam pares, isto é, apresentam um mesmo tamanho, mesma forma e **genes** que determinam um mesmo caráter.

Genes alelos: são aqueles que ocupam a mesma posição (**locus**) em cromossomos homólogos. Os genes alelos condicionam um mesmo caráter.

Fenótipo: é a característica externa do indivíduo. Resulta da interação do genótipo com o meio ambiente. Exemplo: olhos azuis, cabelos pretos, nariz fino, pele escura etc.

Genótipo: é o conjunto de genes responsáveis pelo fenótipo do indivíduo.

Nota: os genes são estruturas químicas formadas por DNA; portanto, não é possível sua observação. Representamos os genes por letras. Por exemplo:

A representa o gene que condiciona olhos pretos
a representa o gene que condiciona olhos azuis

Por convenção, usa-se, para representar um gene, uma letra qualquer. Esta letra será minúscula para representar o gene recessivo e maiúscula para representar o dominante. Um **gene dominante** é aquele que, mesmo junto com um alelo diferente, suplanta-o e se manifesta, dominando o outro gene, que é o **recessivo**. Vejamos, como exemplo, a cor das sementes da ervilha.

- a) temos dos fenótipos, ou seja, duas cores de sementes diferentes: **amarela e verde**
- b) sabemos que o gene para cor amarela é dominante sobre o gene para a cor verde, que é recessivo. Por convenção, temos, portanto:
V → gene para cor amarela
v → gene para cor verde
- c) como sempre existe um par de genes para cada cor por célula da ervilha, esta pode ser:

GENÓTIPO	FENÓTIPO
VV	amarela, pois tem dois genes para esta cor
Vv	amarela, pois, embora tenha um gene para cor amarela e um para verde, o gene para cor amarela DOMINA o gene para cor verde
vv	verde, pois tem dois genes para esta cor

Gene dominante: é aquele que sempre se **manifesta**, mesmo em presença do seu alelo recessivo.

Gene recessivo: é aquele que se manifesta **somente na ausência** do seu alelo dominante.

Homozigoto ou puro: dizemos que um indivíduo é puro ou homozigoto para um determinado caráter quando os dois genes forem iguais: (AA) ou (aa).

Heterozigoto ou híbrido: dizemos que um indivíduo é híbrido ou heterozigoto para um determinado caráter quando os genes alelos forem contrastantes, isto é, condicionarem variedades diferentes de um mesmo caráter. Exemplo: (Aa) suponha que A represente o grau para cor de olhos pretos e que a represente o grau para cor de olhos azuis; o indivíduo com o genótipo Aa terá olhos pretos, embora possua o gene para olhos azuis. Como os genes determinam variedades diferentes de um mesmo caráter (cor de olhos), o indivíduo é dito híbrido ou heterozigoto para tal caráter.

1. Noções sobre reprodução sexuada

A reprodução sexuada ou gâmica é aquela que ocorre com a grande maioria dos seres vivos e na qual dois seres vivos da mesma espécie, através da união de suas células reprodutoras (gametas), darão origem a outros seres vivos semelhantes. Por exemplo: espécie humana.

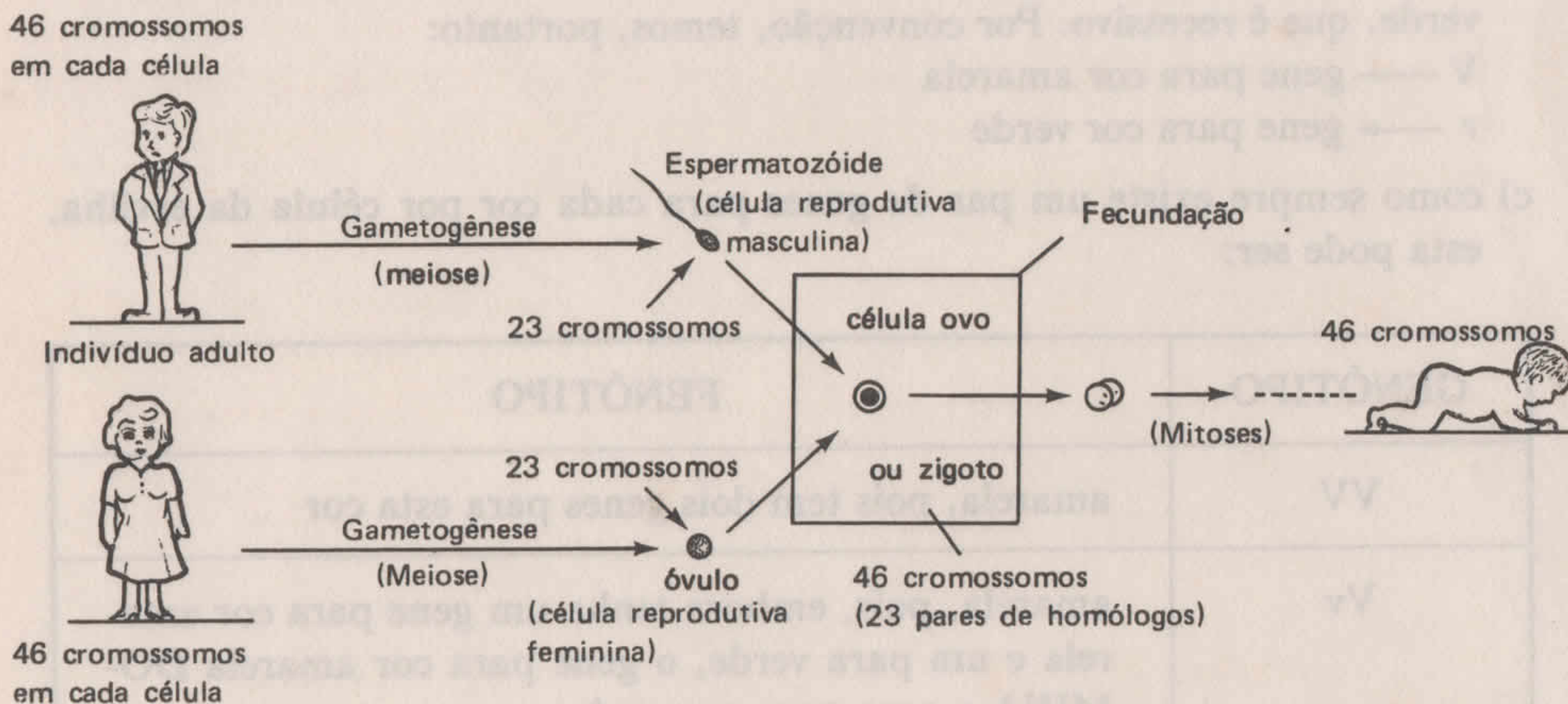


Fig. 4.1

De acordo com o esquema acima, fica fácil compreender que as características herdadas pelo filho foram transmitidas através dos gametas (células reprodutoras) paterno e materno.

Imaginemos que em um dos 23 cromossomos presentes no espermatozói-
de exista um gene que condicione olhos pretos, representado por **A**, e que em
um dos 23 cromossomos presentes no óvulo, no cromossomo homólogo ao
paterno, ocupando a mesma posição (**locus**), exista um gene que condicione
olhos azuis, representado por **a**. No zigoto, teremos o par (genótipo) **Aa**.

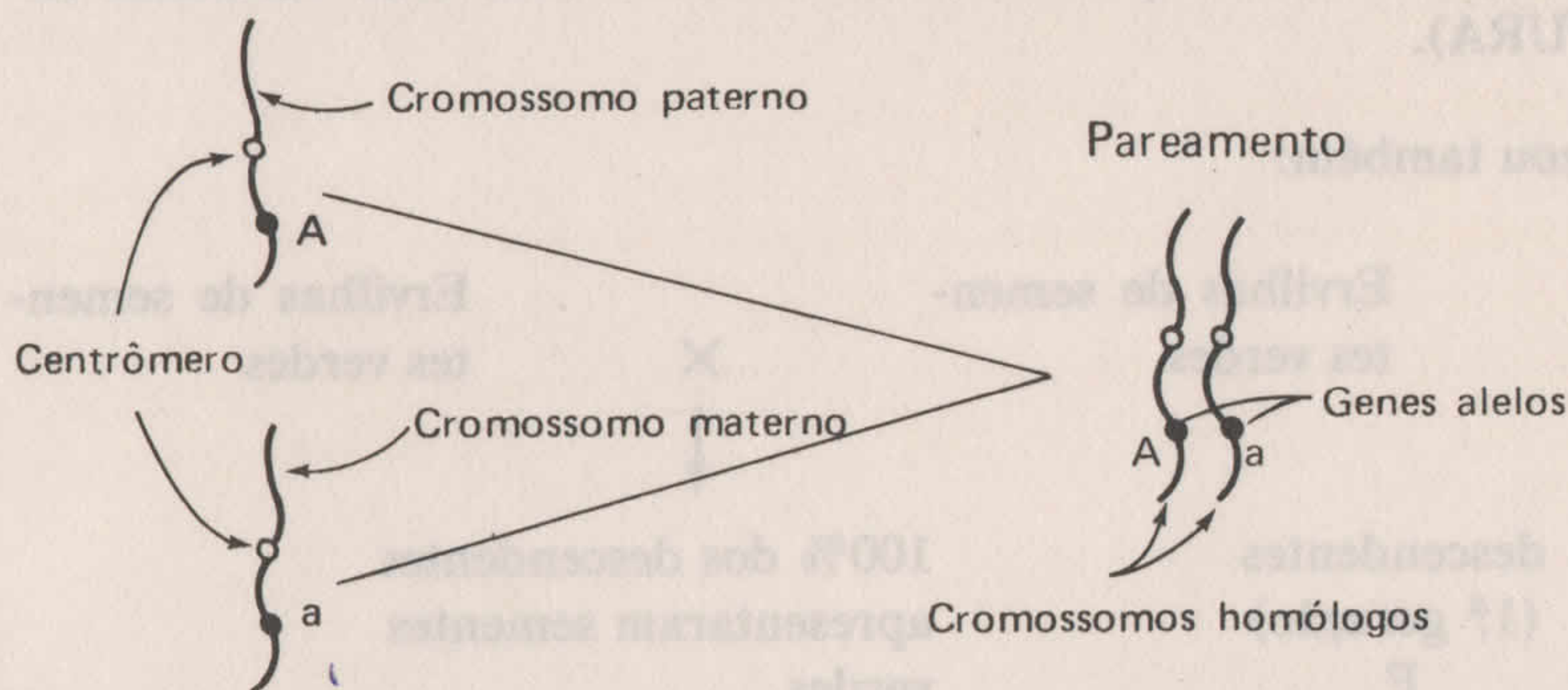


Fig. 4.2

2. Herança mendeliana

A) Primeira lei de Mendel (monoibridismo) — Lei da segregação dos fatores alelos

Existe para cada caráter dito biológico um par de fatores (genes) alelos que, durante a formação dos gametas (gametogênese), se segregam, recebendo cada gameta apenas um gene de cada par.

Mendel chegou a tal conclusão trabalhando com ervilhas e analisando inicialmente como ocorria a transmissão de cada caráter individualmente. Seleccionou ervilhas que apresentavam sementes amarelas e verdes e procedeu da seguinte maneira:

cruzamentos:

Pais ervilhas de
 sementes
 amarelas

×

ervilhas de
sementes
amarelas

↓

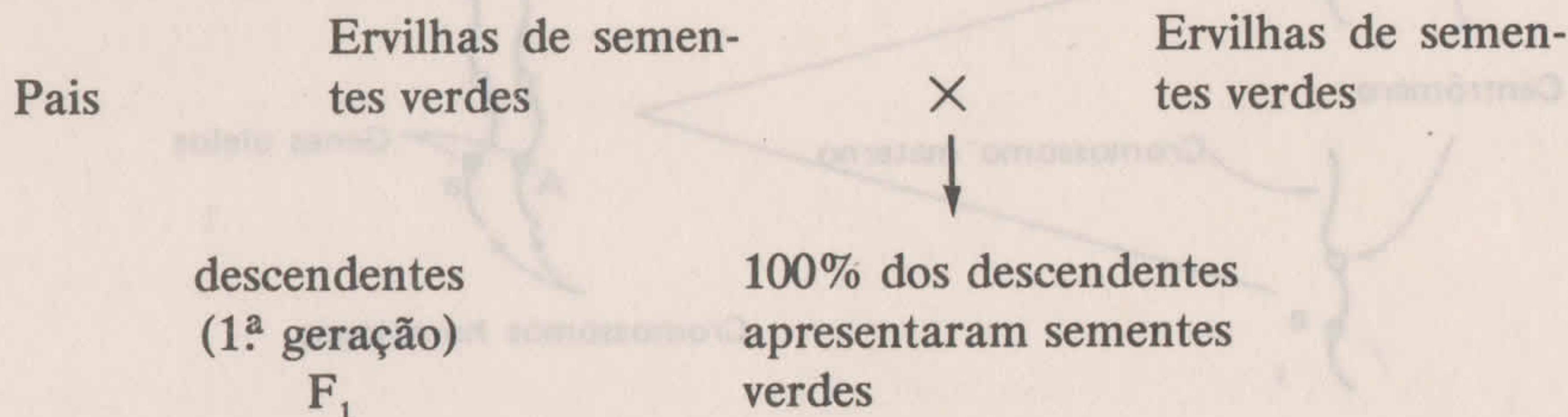
descendentes
(1ª geração)

100% apresentavam
sementes amarelas

F₁

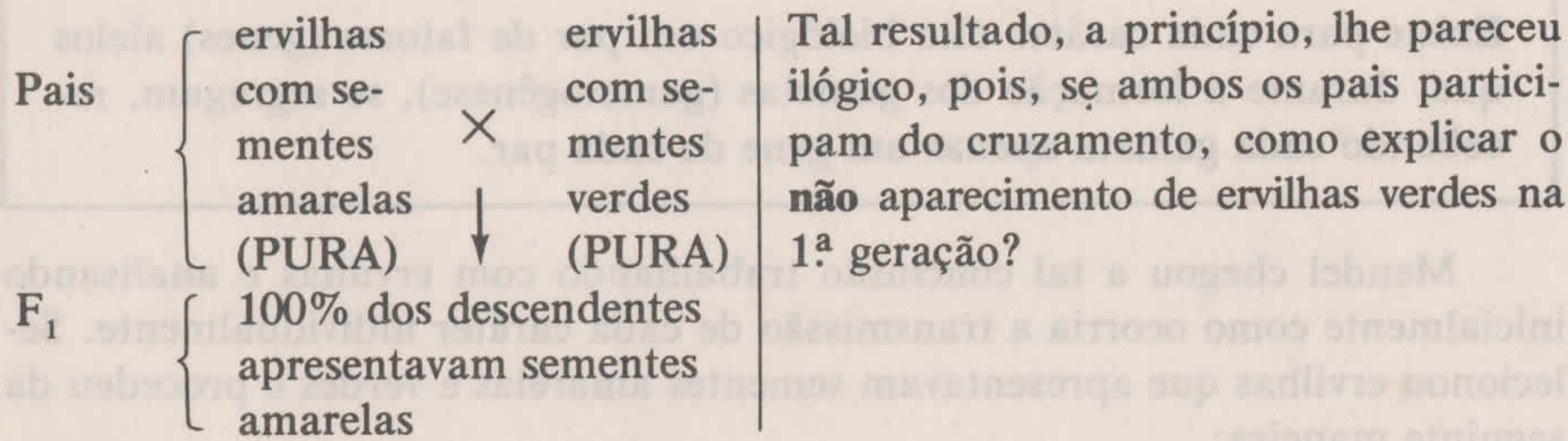
Utilizando-se agora das ervilhas da 1.^a geração, Mendel realizou a autofecundação entre as ervilhas obtidas nessa geração e obteve uma 2.^a geração (F₂), onde todos (100%) os descendentes apresentavam ervilhas amarelas. Utilizando-se agora das ervilhas da 2.^a geração e procedendo como anteriormente, obteve novamente, na 3.^a geração, ervilhas com sementes amarelas e assim sucessivamente, concluindo que estava trabalhando com uma variedade homozigota (PURA).

Mendel cruzou também:

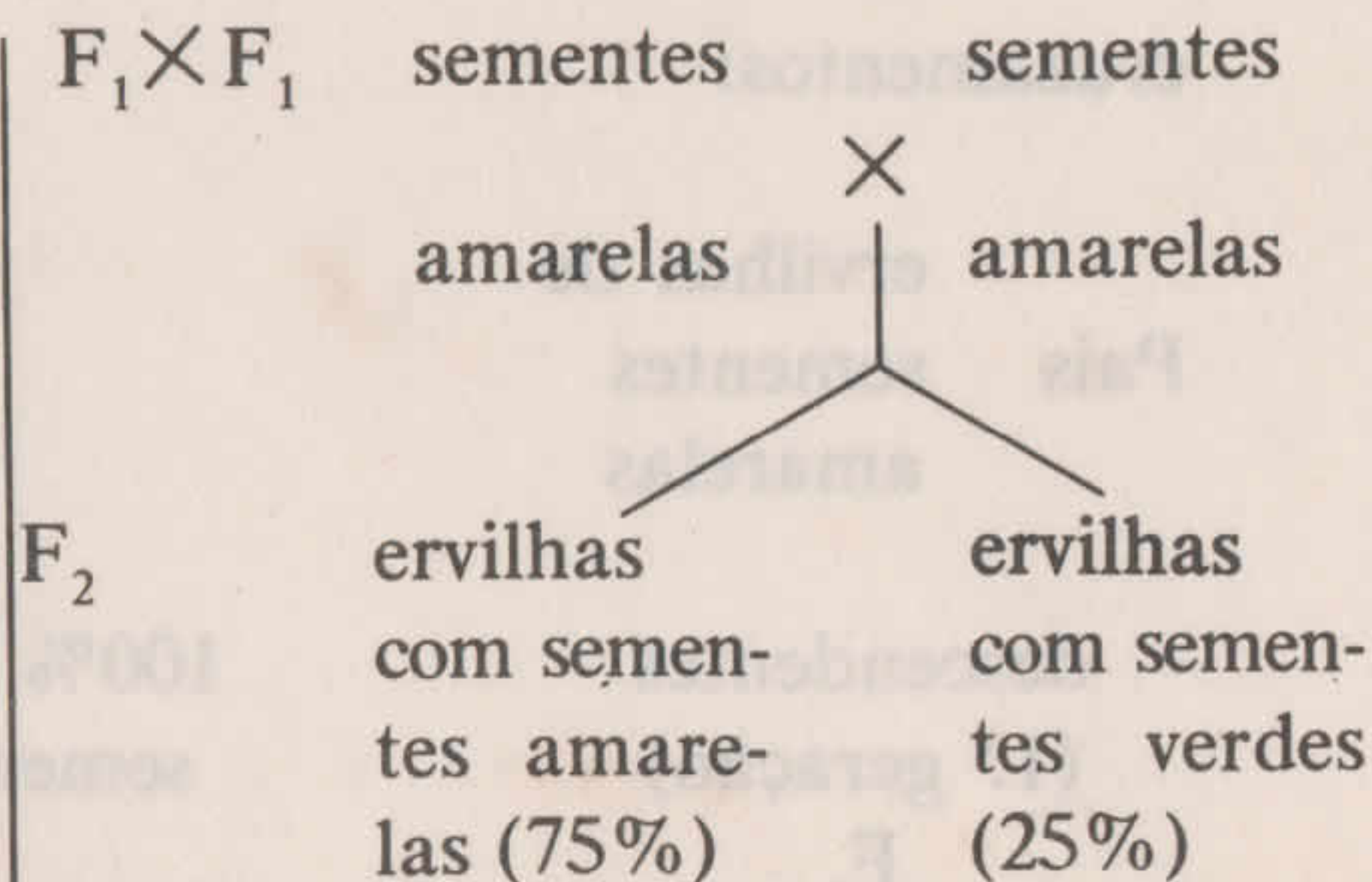


Cruzando agora ervilhas verdes da 1.^a geração entre si, obteve uma 2.^a geração onde 100% dos descendentes apresentavam a cor verde, e assim sucessivamente. Mendel **concluiu**, novamente, que estava trabalhando com uma variedade homozigota (PURA).

De posse destes dados, Mendel idealizou o seguinte cruzamento:



Cruzando agora entre si as ervilhas com sementes amarelas da 1.^a geração (F₁), obtidas do cruzamento em que os pais apresentavam ervilhas amarelas (PURA) e verdes (PURA), o resultado obtido foi de ervilhas amarelas e ervilhas verdes. Entretanto, ervilhas amarelas e verdes apareciam em proporções diferentes, isto é, 75% das ervilhas eram amarelas



e 25%, verdes. A proporção entre ervilhas amarelas e verdes era de 3/4: 1/4 ou ainda 3 amarelas: 1 verde.

A fim de explicar o resultado obtido na geração F_2 do cruzamento anterior, Mendel imaginou que os pais apresentavam “alguma coisa”, por ele denominada **fatores**, responsável pela cor das sementes das ervilhas.

Desta forma, sendo os pais amarelos, durante a reprodução eles transmitiriam, através de seus gametas, tais **fatores** responsáveis pela característica apresentada nos descendentes. Contudo, ao cruzar ervilhas amarelas com ervilhas verdes e não obtendo dentre os descendentes a variedade verde, Mendel admitiu que entre tais **fatores** houvesse predominância de um deles, o que acabaria por inibir o outro, de forma que cada descendente receberia dos pais um fator para cada caráter, e sua expressão fenotípica dependeria do **fator** dominante.

Observemos que cada descendente recebe então **dois fatores** para cada caráter (um de origem materna e um de origem paterna). Quando, porém, ocorre a formação dos gametas (gametogênese), os fatores novamente se separam, ficando em cada gameta um fator para cada caráter, o que confirma os resultados experimentais de Mendel.

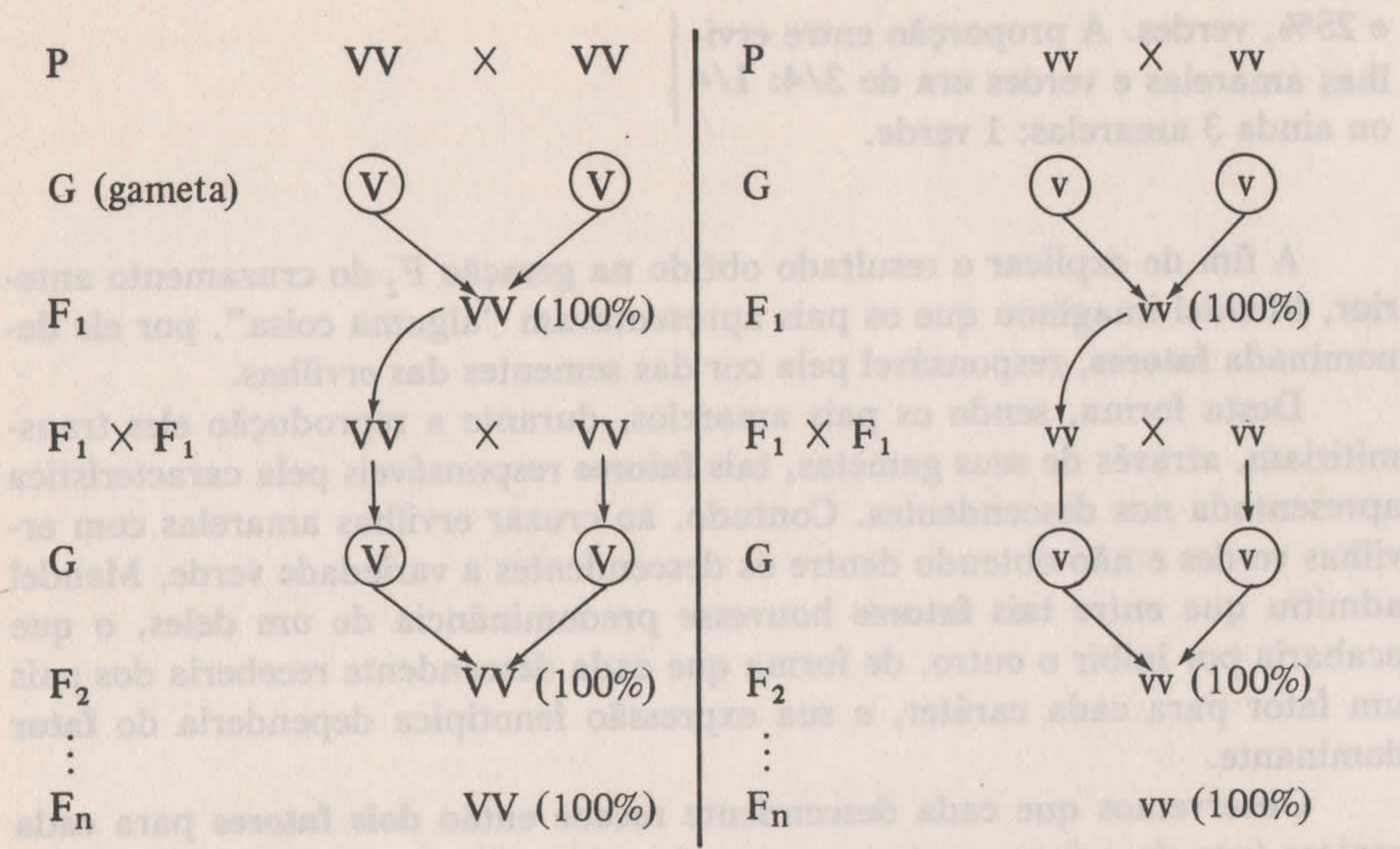
Analisemos o esquema abaixo, onde se utilizam as representações para os genes (fatores):

- V representa gene para sementes amarelas
- v representa gene para sementes verdes

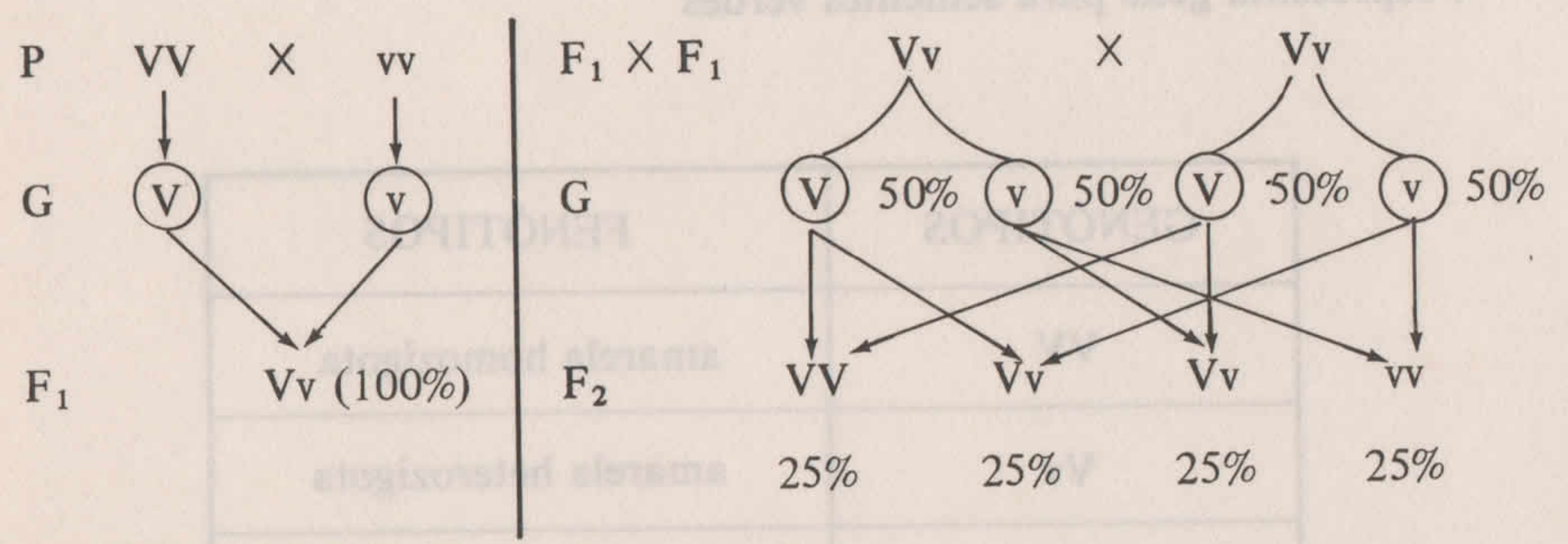
GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
VV	amarela homozigota
Vv	amarela heterozigota
vv	verde

O gene para sementes amarelas (V) é dominante sobre o gene para sementes verdes (v).

Observe que, utilizando variedades puras, com mesmo genótipo, os descendentes serão sempre iguais aos pais.



Cruzando agora ervilhas de sementes amarelas puras (homozigoto) com ervilhas de sementes verdes e em seguida autofecundando os indivíduos da 1ª geração, o resultado obtido será o esquematizado no quadro abaixo, o que continua os trabalhos experimentais de Mendel.



Analisando o resultado obtido em F₂, temos 1 VV:2Vv e 1 vv, o que fornece uma proporção **genotípica** de 1:2:1. Em relação ao **fenótipo** (manifestação dos genes), temos que VV ou Vv apresentam ervilhas de sementes amarelas, enquanto que vv corresponde a ervilhas de sementes verdes, isto é, há uma proporção maior de sementes amarelas em relação a sementes verdes que é de 3:1, ou seja, para cada ervilha de semente verde temos três ervilhas de sementes amarelas. **Tal cruzamento, onde ambos os pais são heterozigotos para ape-**

nas um caráter, é denominado **cruzamento de monoíbridos**; desta forma, o resultado será sempre de 3:1, desde que um gene domine o seu alelo.

Exemplo: suponha que, em mandiocas, raiz marrom domine o gene para raiz branca. Do cruzamento de mandiocas de raiz marrom heterozigota com mandioca de raiz branca qual a geração esperada?

Resolução:

1º) Simbolizar os genes, utilizando-se de letras segundo a convenção. Considerar:

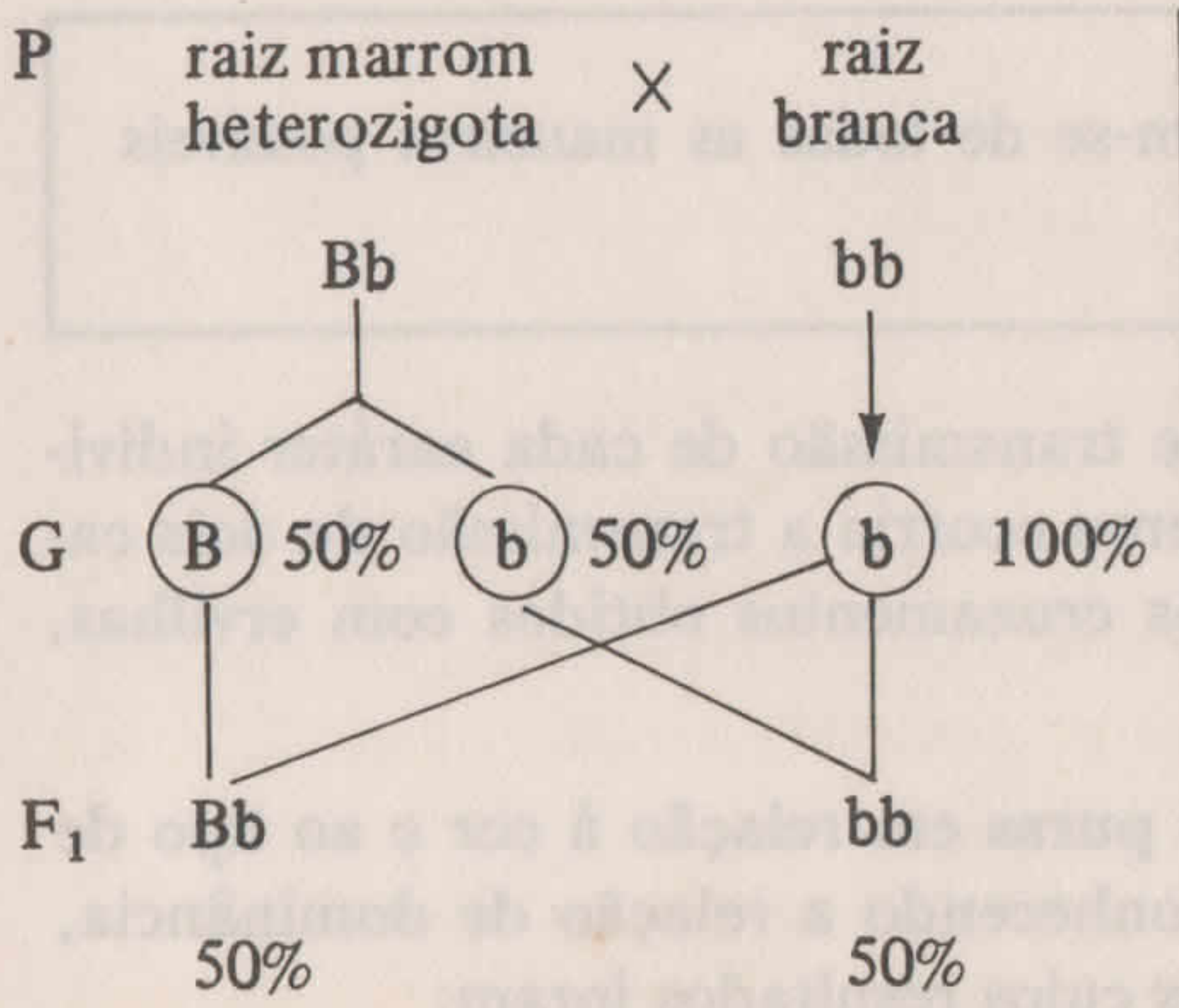
B representa o gene que condiciona raiz marrom

b representa o gene que condiciona raiz branca

2º) Escrever os genótipos possíveis com os dois genes e os fenótipos correspondentes.

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
BB	raiz marrom homozigota
Bb	raiz marrom heterozigota
bb	raiz branca

3º) Esquematizar o cruzamento proposto e, utilizando a simbologia adotada, realizá-lo:



Resposta

Geração esperada: 50% de mandiocas de raiz marrom e 50% de mandiocas de raiz branca.

TESTES

157. Todo indivíduo que manifestar o caráter recessivo será:
a) heterozigoto c) homozigoto
b) híbrido d) depende do caráter
158. Se você cruzar dois monoíbridos, que proporção fenotípica esperará obter entre os descendentes?
a) 1:2:1 b) 3:1 c) 4:1 d) 9:3:3:1
159. O albinismo (ausência de pigmentação na pele) é determinado por um gene recessivo. Pais com pigmentação normal tiveram um filho albino. Pergunta-se: qual o genótipo dos pais:
a) $AA \times aa$ b) $Aa \times aa$ c) $aa \times aa$ d) $Aa \times Aa$
160. Com relação ao exercício anterior, se o indivíduo apresentar pigmentação normal, seu genótipo será:
a) certamente AA c) certamente Aa
b) AA ou Aa d) aa ou AA
161. (MED—ABC) Qual das seguintes “expressões matemáticas” pode ser usada para representar um cruzamento de monoíbridos?
a) $(A + a)^2$ c) $(A + a)(B + b)$
b) $(B + b)^2$ d) é impossível uma demonstração matemática de tal cruzamento
162. (CESCEM—SP) Moscas de asas “curly” (enroladas) parecem retas quando são mantidas à temperatura de 16°C . Isto pode ser explicado porque:
a) transpiram mais e, em consequência, desenrolam as asas
b) o fenótipo pode ser alterado devido ao meio ambiente
c) o genótipo é alterado devido à temperatura
d) não existe explicação para tal fenômeno

B) Segunda lei de Mendel (diibridismo) — Lei da segregação independente dos fatores não alelos.

Os fatores (genes) não alelos combinam-se de todas as maneiras possíveis na formação dos gametas.

Após certificar-se do mecanismo de transmissão de cada caráter individualmente, Mendel passou a observar como ocorria a transmissão de dois caracteres simultaneamente e, após muitos cruzamentos obtidos com ervilhas, propôs a 2ª lei da hereditariedade.

Trabalhando agora com **variedades puras** em relação à cor e ao tipo de casca da semente (lisa ou rugosa) e já conhecendo a relação de dominância, Mendel realizou os seguintes cruzamentos cujos resultados foram:

FENÓTIPOS	GENÓTIPOS	TOTAL
Sementes amarelas e casca lisa	1VVRR; 2VVRr; 2VvRR; 4VvRr	9
Sementes amarelas e casca rugosa	1VVrr; 2Vvrr	3
Sementes verdes e casca lisa	1vvRR; 2vvRr	3
Sementes verdes e casca rugosa	1vvrr	1

Portanto, devemos sempre lembrar que a formação dos gametas ocorre por **meiose** e que o número de cromossomos das células-filhas, resultante de um processo meiótico, é a metade do número de cromossomos da célula-mãe, isto é, ocorre a separação dos cromossomos homólogos e, como consequência, a separação dos fatores alelos que se distribuem segundo todas as combinações possíveis.

Exemplos:

Genótipo	Gametas
AA	→ (A) 100%
Aa	→ (A) 50% (a) 50%
AABB	→ (AB) 100%
AaBB	→ (AB) 50% (Ab) 50%
AaBb	→ (AB) 25% (Ab) 25% (Ab) 25% (ab) 25%

TESTES

163. Do cruzamento entre os indivíduos com os seguintes genótipos CCSs × CcSs quais as proporções dos genótipos dos descendentes?
a) 100% CCSS
b) 25% CCSS; 25% ccss; 50% CcSs
c) 25% CCSS; 25% CcSS; 25% CCSs; 25% CcSs
d) 50% CCSS e 50% CcSs
164. Cruzando-se diíbridos, o resultado esperado, segundo a proporção fenotípica em F₂, será de:
a) 9:3:3:1 b) 3:1 c) 1:2:1 d) 1:4:1:2

Considere que em cabaiais:

L = gene para pêlo curto
l = gene para pêlo longo

B = gene para pelagem preta
b = gene para pelagem branca

Cruzando-se cabaia preta de pêlo longo com macho branco de pêlo curto, resultaram:
preta de pêlo longo
preta de pêlo curto
branca de pêlo longo
branca de pêlo curto

165. Qual o genótipo dos pais:

- a) Bbll × Bbll
b) Bbll × bbLL

- c) BBLL × bbLl
d) impossível de se determinar

166. Qual o genótipo dos descendentes:

- a) BbLl; BBLL; bbl; bbLl
b) Bbll; BbLl; bbl; bbLl

- c) Bbll; BbLl; Bbll; bbLL
d) impossível de se determinar

167. Do cruzamento de touro de pelagem malhada preta com vaca vermelha uniforme resultaram bezerros de pelagem preta uniforme, pelagem malhada preta, pelagem vermelha uniforme e pelagem malhada vermelha. Considerando que, nos bovinos, o gene M determina pelagem uniforme e seu alelo recessivo m, pelagem malhada e que o gene V produz cor preta e o seu alelo recessivo v, cor vermelha. Qual o genótipo do touro e da vaca em questão?

- a) Vvmm × vvMm
b) VVmm × VvMM

- c) Vvmm × VvMm
d) Vvmm × vvmm

3. Herança sem dominância (herança intermediária ou co-dominância)

Há casos em que, entre os alelos, não existe dominância; nestas situações, o heterozigoto (híbrido) apresentará um fenótipo intermediário em relação aos pais.

Em flores maravilhas (*Mirabilis jalapa*), temos duas variedades puras (homozigotos): brancas e vermelhas.

Do cruzamento entre si de plantas com flores brancas se obtém sempre flores brancas, do mesmo modo que do cruzamento entre si de plantas com flores vermelhas se obtém sempre flores vermelhas.

Se cruzarmos plantas de flores brancas com plantas de flores vermelhas, obteremos sempre flores róseas que correspondem a uma variedade intermediária. Todavia, do cruzamento de flores róseas entre si obtém-se, na geração F₂, flores vermelhas, róseas e brancas em proporções diferentes, o que pode ser observado no esquema abaixo.

P vermelha × branca

F₁ 100% róseas

F₁ × F₁ róseas × róseas

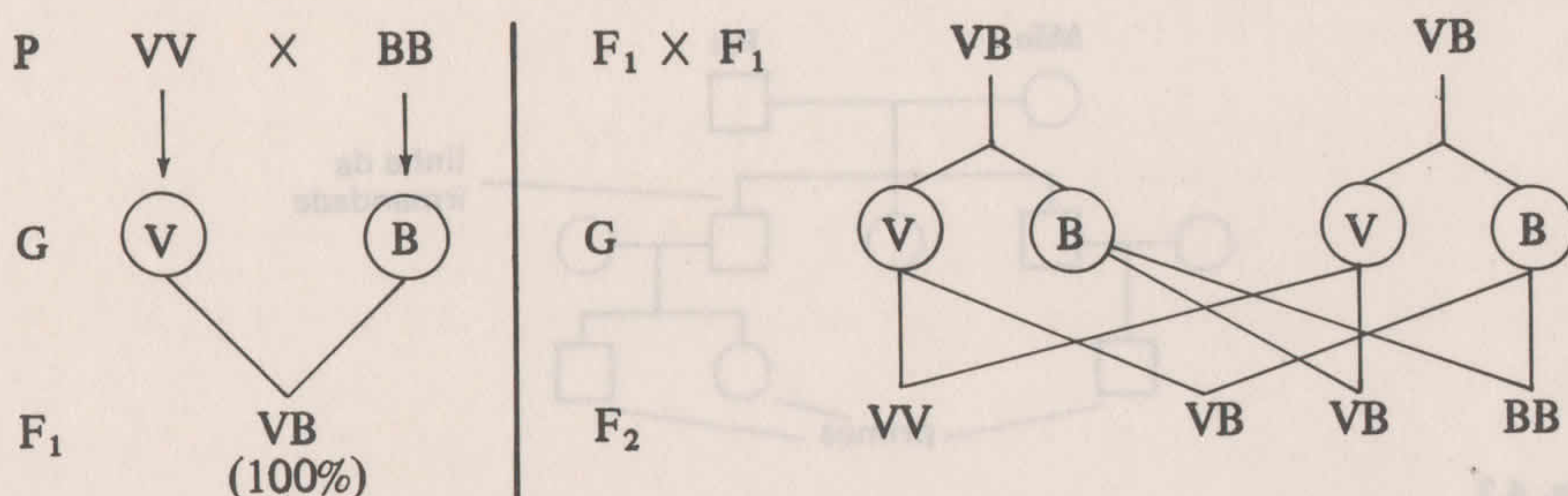
F₂ vermelhas (25%) : róseas (50%) : brancas (25%)
1 : 2 : 1

Não há dominância e utilizamos a seguinte simbologia:

V representa o gene para
flores vermelhas

B representa o gene para
flores brancas

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
VV	vermelha
VB	rósea
BB	branca



Observe que, na geração F_2 , obteremos:

- 1 VV = flores vermelhas (25%)
- 2 VB = flores róseas (50%)
- 1 BB = flores brancas (25%)

Neste caso, as proporções genotípica e fenotípica são iguais (1 : 2 : 1).

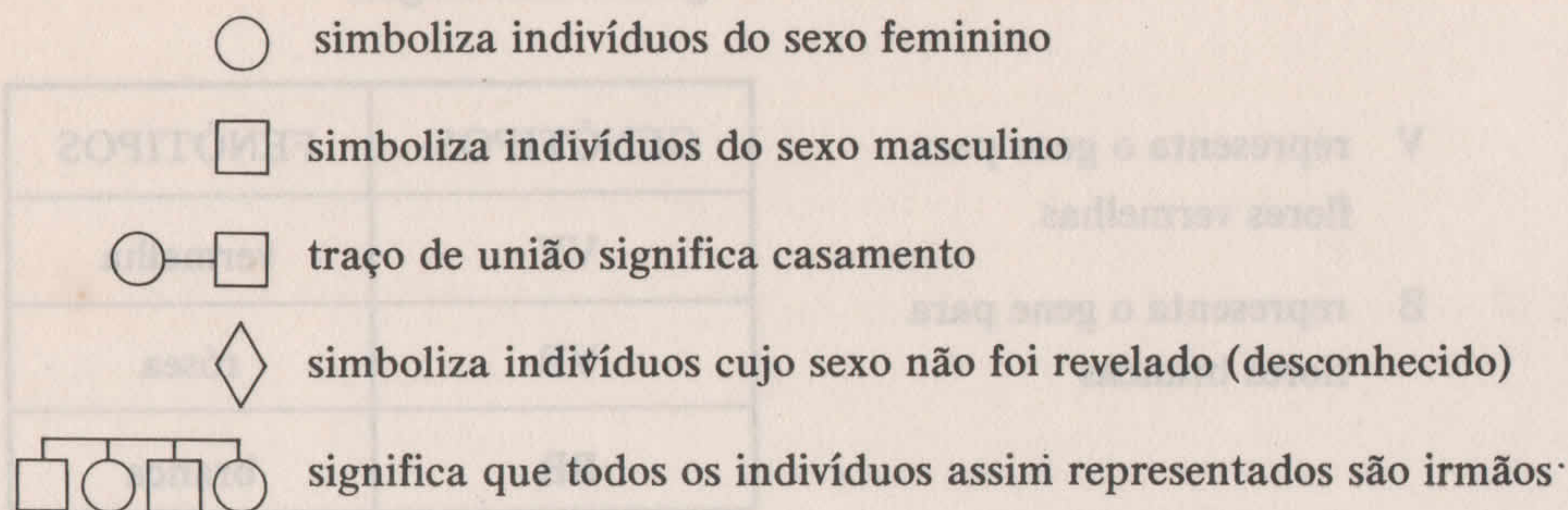
4. Cruzamento-teste (retrocruzamento ou "back-cross")

É o cruzamento de um indivíduo que manifesta o caráter dominante com outro que apresenta a variedade recessiva.

É utilizado para determinar se o indivíduo que manifesta o caráter dominante é puro (homozigoto) ou híbrido (heterozigoto).

5. Heredogramas (árvores genealógicas)

Em Genética, além das representações já vistas, utilizam-se, para o estudo de várias gerações, representações sob a forma de símbolos que constituem os **heredogramas** ou árvores genealógicas. Assim:



Exemplo:

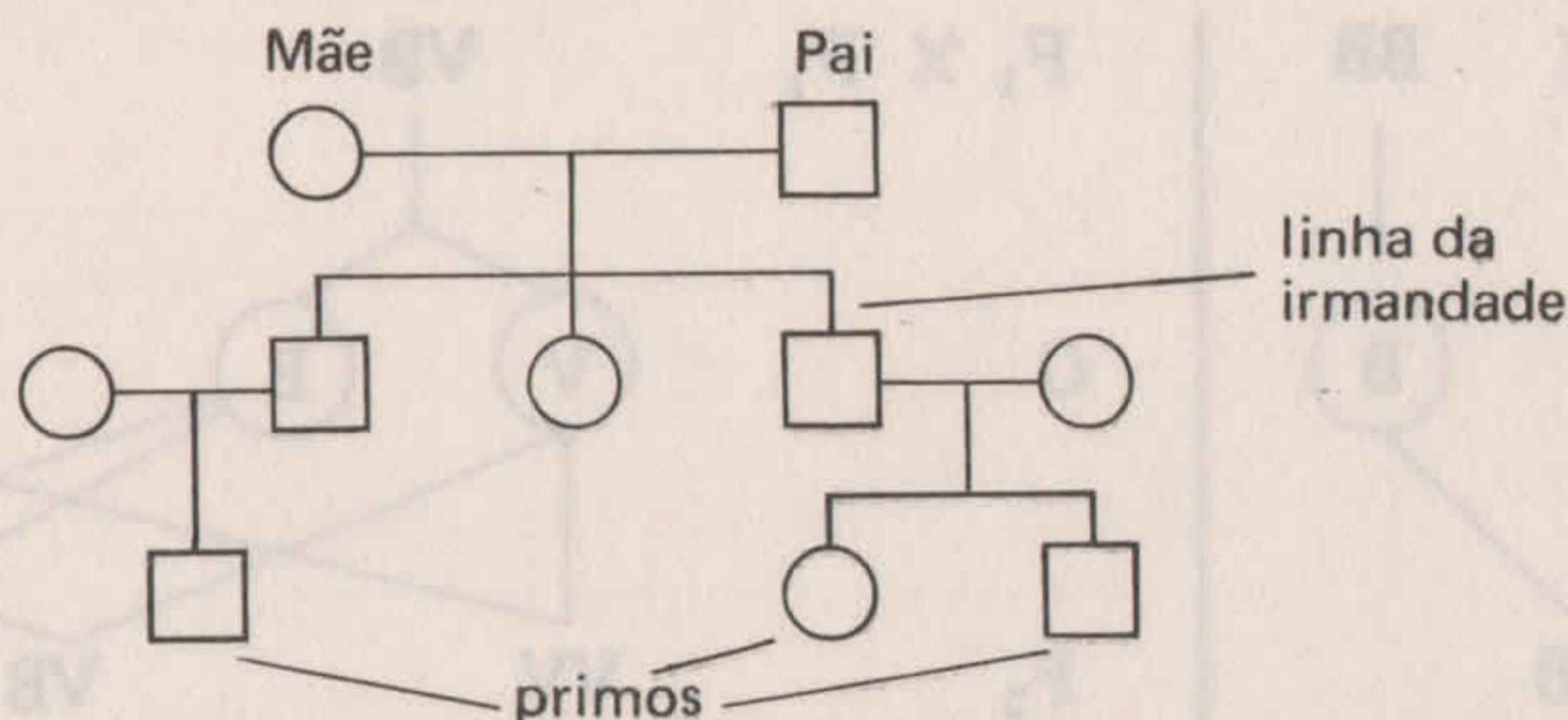
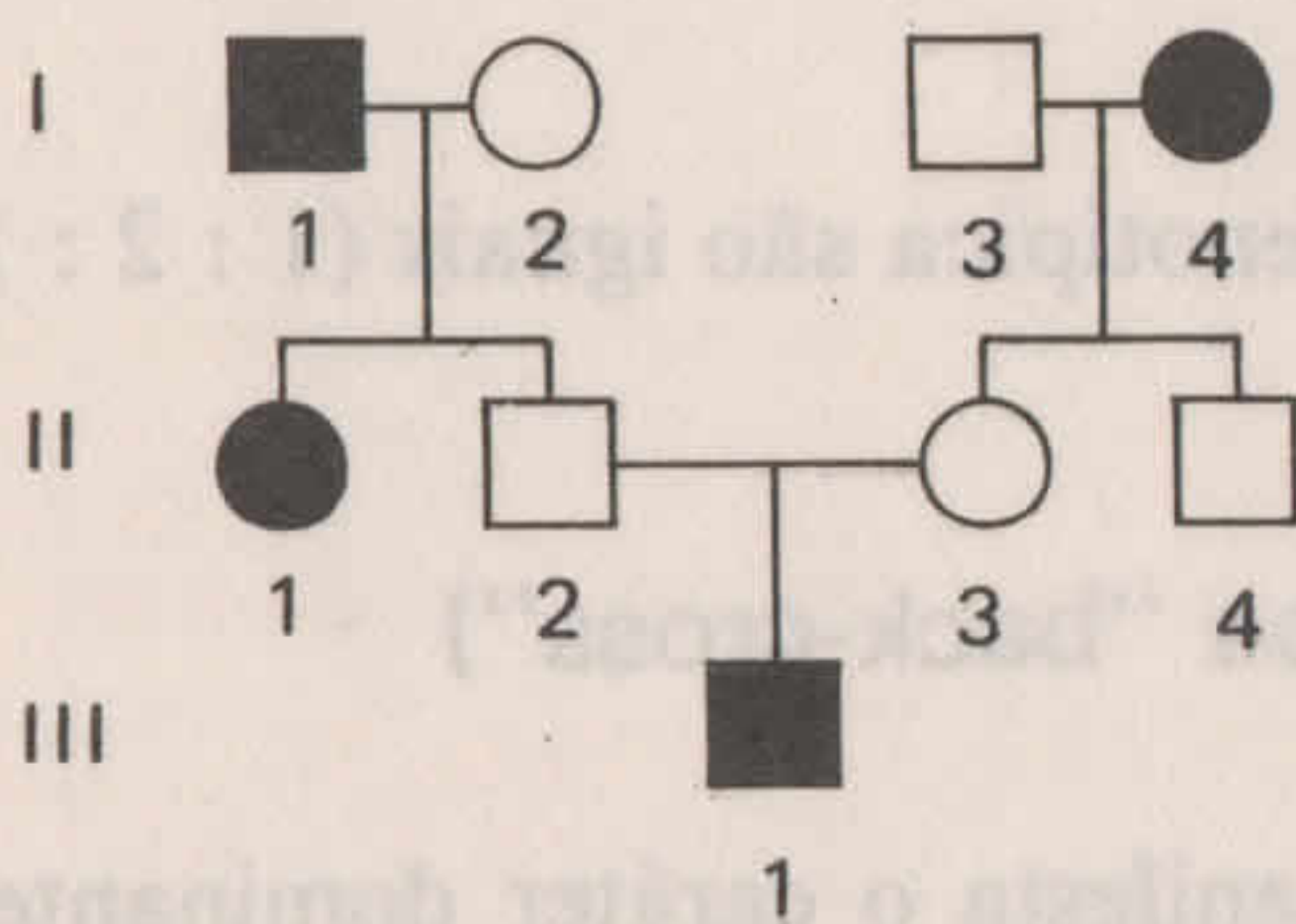


Fig. 4.3

TESTES

168. Considere o seguinte heredograma:



I, II, e III representam as gerações

■ ou ● indivíduos que manifestam um determinado caráter recessivo

Os genótipos dos indivíduos I.3 e I.4 são, respectivamente:

- a) $AA \times aa$ c) $aa \times aa$
b) $Aa \times Aa$ d) $Aa \times aa$

169. Os genótipos para os indivíduos II.2 e II.3 são:

- a) $Aa \times aa$ c) $aa \times aa$
b) $Aa \times Aa$ d) $AA \times aa$

170. O genótipo do casal I.1 e I.2 é, respectivamente:

- a) $Aa \times aa$ c) $aa \times Aa$
b) $aa \times AA$ d) $aa \times aa$

171. O indivíduo II.4, casando-se com uma mulher de genótipo igual ao seu, terá filhos afetados na proporção teórica de:

- a) 1 dominante : 3 recessivos c) 1 dominante : 1 recessivo
b) 1 recessivo : 3 dominantes d) n.d.a.

6. Noções sobre cálculos de probabilidades simples

Podemos dizer que a **probabilidade** (possibilidade) de um determinado acontecimento ocorrer é a relação que existe entre o número de resultados convenientes (favoráveis) e um total de resultados possíveis.

Assim, dizemos que a probabilidade de uma moeda, ao ser jogada, cair com a face “cara” para cima é de 50% ou 1/2, porque existem apenas dois resultados (cara ou coroa), sendo que nos interessa apenas um deles; logo, a probabilidade é 1/2, onde 1 representa o número de resultados favoráveis e 2, o número de resultados possíveis.

É importante que todos os resultados tenham a mesma chance, isto é, que a moeda não seja **viciada**.

A probabilidade simples pode ser expressa pela seguinte fórmula:

$$P_{(x)} = \frac{A}{B}$$

ou

$$P_{(x)} = \frac{\text{n.º de resultados favoráveis}}{\text{n.º resultados possíveis}}$$

Exemplo:

Considere um casal normal, porém heterozigoto para albinismo (ausência de pigmentação na pele). Este casal deseja saber qual a probabilidade de ter um filho albino.

Resolução:

- 1º) Como pigmentação normal é dominante sobre albinismo, iremos utilizar a seguinte representação:
A = gene para pigmentação normal
a = gene que determina ausência de pigmentação (albino)
- 2º) O casal mencionado é heterozigoto; logo, o genótipo do casal será representado por **Aa**.
- 3º) Os filhos do casal poderão ter os seguintes genótipos:
AA; Aa e aa e os fenótipos normais em relação à pigmentação e albinos vide cruzamento abaixo:

F₁

Aa↓

X

Aa

<div><div>G</div><div>♂</div></div> <div><div>G</div><div>♀</div></div>	<div>A</div>	<div>a</div>
<div>A</div>	<div>AA</div> <div>pigmentação normal</div>	<div>Aa</div> <div>pigmentação normal</div>
<div>a</div>	<div>Aa</div> <div>pigmentação normal</div>	<div>aa</div> <div>albino</div>

- 4º) Para ser albino, terá que ter o genótipo **aa**, isto é, 1 em 4 possíveis; logo, a probabilidade de ser albino será de 1/4 ou 0,25 ou 25%.

TESTES

172. Em um lançamento de dado, qual a probabilidade de sair o número 3?
a) 1/3 b) 1/6 c) 3/6 d) 0,5
173. Um casal $Aa \times Aa$ quer saber a probabilidade de seu filho ter o genótipo **aa**.
a) 1/4 b) 1/3 c) 3/4 d) 1
174. Em ervilhas, o gene para cor amarela domina o gene para cor verde. Do cruzamento de ervilhas amarelas híbridas entre si qual a probabilidade de se obter descendentes amarelos?
a) nula b) 100% c) 3/4 d) 1/4

7. Variações da herança mendeliana

As situações apresentadas até agora obedecem às distribuições mendelianas; entretanto, existem alguns tipos de herança cujas proporções não obedecem aos princípios mendelianos, existindo mais de um par de fatores (genes) agindo na determinação do caráter.

A) Polialelia (alelos múltiplos)

Corresponde a uma série de três ou mais formas alternativas de um mesmo gene localizadas no mesmo local, em cromossomos homólogos, e interagindo duas a duas na determinação de um caráter.

É o que ocorre, por exemplo, na **herança dos grupos sanguíneos do sistema ABO**.

O sangue é um líquido de cor vermelha, com cheiro característico, salgado, formado por duas partes fundamentais: uma líquida (plasma ou soro) e outra sólida (células sanguíneas).

As células sanguíneas são de três tipos principais:

Glóbulos vermelhos ou hemácias — responsáveis pelo transporte de gases (oxigênio e gás carbônico) pelo organismo, graças à presença de um pigmento, a hemoglobina, responsável também pela cor vermelha do sangue.

Glóbulos brancos ou leucócitos — são células que apresentam, como função, a defesa do organismo, dando “combate” a agentes estranhos que penetram em nosso organismo.

Plaquetas — células que, juntamente com outras substâncias, atuam no mecanismo da coagulação sanguínea.

Antes de estudarmos a herança dos grupos sanguíneos para o **sistema ABO**, vejamos sua descoberta.

Landsteiner, entre 1900 e 1901, demonstrou que os seres humanos podem ser reunidos em 4 grupos de sangue diferentes denominados A, B, AB e O, o que constitui o **sistema ABO**. Observou o cientista que, no interior dos glóbulos vermelhos, **pode** ser encontrada uma proteína denominada **aglutinogênio** e que no plasma (soro) também encontramos proteínas denominadas **aglutininas**. Estas proteínas são responsáveis pela diferenciação dos grupos sanguíneos e pelos processos de incompatibilidade sanguínea para transfusões.

Desta forma, existem dois tipos de aglutinogênios, denominados aglutinogênios A e B, e dois tipos de aglutininas, denominados anti - (A) e anti - (B). A função desta última é aglutinar o aglutinogênio específico; assim, a aglutinina anti-A reage somente com aglutinogênio A.

Resumindo, temos:

GRUPO	HEMÁCIAS (aglutinogênio)	PLASMA (aglutinina)
A	A	ANTI-B
B	B	ANTI-A
AB	A e B	—
O	—	ANTI-A e ANTI-B

Para as transfusões sanguíneas, devemos considerar glóbulos vermelhos (hemácias) do doador e plasma do receptor. Deste modo, o exame geral de transfusão sanguínea pode ser assim esquematizado.

Grupo AB — como não possui aglutinina no plasma, pode receber sangue de qualquer outro grupo, daí ser denominado **receptor universal**.

Grupo O — como não apresenta aglutinogênio em suas hemácias, pode ser doado para qualquer outro grupo, daí ser denominado **doador universal**.

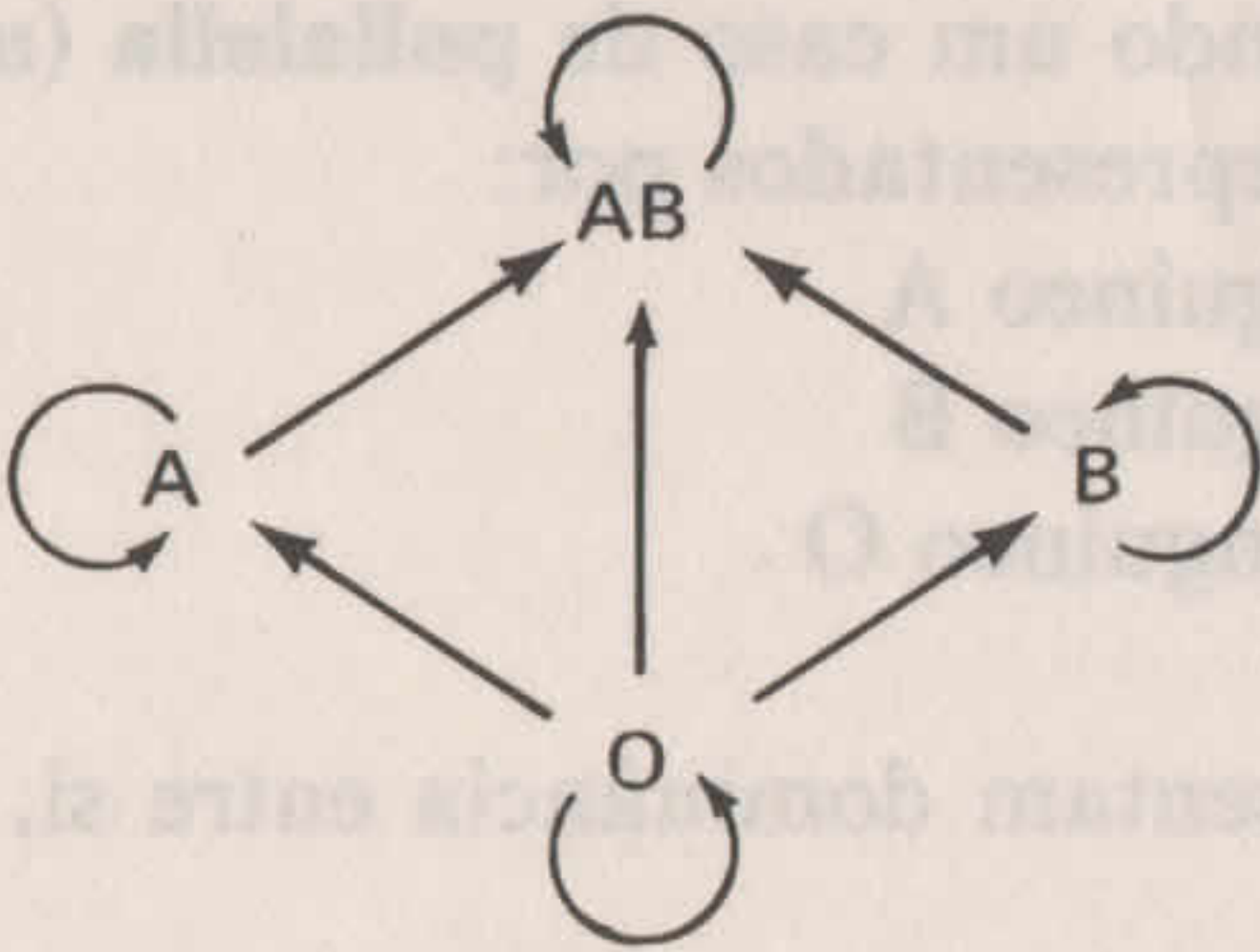


Fig. 4.4

Para a determinação laboratorial dos grupos sanguíneos, o processo é bastante simples e baseia-se nos mesmos princípios.

Na prática, coloca-se sobre uma lâmina de vidro uma gota de **aglutinina anti-A** e uma gota de **aglutinina anti-B** em extremidades opostas. A seguir, adiciona-se uma gota de sangue sobre cada gota de anti-A e anti-B e mistura-se, tomando cuidado para não haver contato entre os dois tipos de aglutininas. O resultado obtido indicará o tipo de sangue, conforme esquema seguinte:

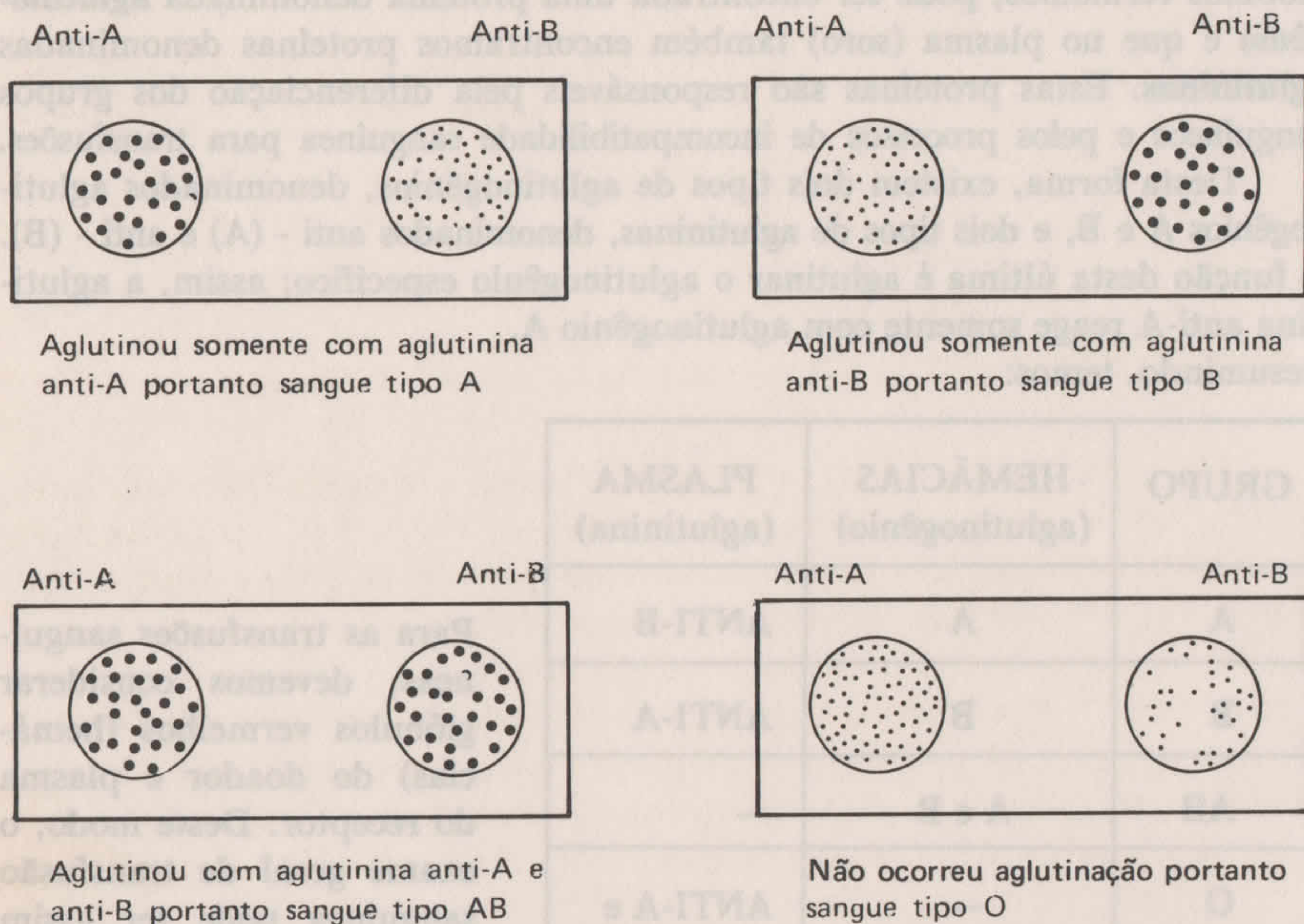


Fig. 4.5

8. Herança dos grupos sanguíneos do sistema ABO

Na herança deste caráter, verifica-se que o mesmo está condicionado por **três** genes alelos, constituindo um caso de **polialelia** (alelos múltiplos). Os genes para este caráter são representados por:

- I^A condiciona o grupo sanguíneo A
- I^B condiciona o grupo sanguíneo B
- i = condiciona o grupo sanguíneo O

Os alelos I^A e I^B não apresentam dominância entre si, porém dominam o alelo i ; desta forma, temos:

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
I ^A I ^A	Grupo A
I ^A i	
I ^B I ^B	Grupo B
I ^B i	
I ^A I ^B	Grupo AB
i i	Grupo O

Importante!

— Observe que todo indivíduo que pertence ao **grupo O** será obrigatoriamente homozigoto.

— Todo indivíduo do **grupo AB** será obrigatoriamente heterozigoto (híbrido).

Fator Rh — Os grupos sanguíneos que constituem o **sistema Rh** foram reconhecidos inicialmente por **Landsteiner** e **Wiener** (1940). Estes pesquisadores imunizaram coelhos e cobaias com sangue de macacos do gênero **Rhesus** (daí a denominação Fator Rh) e observaram que os anticorpos produzidos por aqueles animais não só aglutinaram as hemácias desses macacos como também as de cerca de 85% dos indivíduos de uma amostra de 448 elementos da população nova-iorquina. O soro de coelho **anti-rhesus** foi denominado **anti-Rh**, e os indivíduos cujas hemácias eram aglutinadas por ele foram classificados como do tipo **Rh positivo** (Rh⁺), enquanto que os restantes, como **Rh negativo** (Rh⁻).

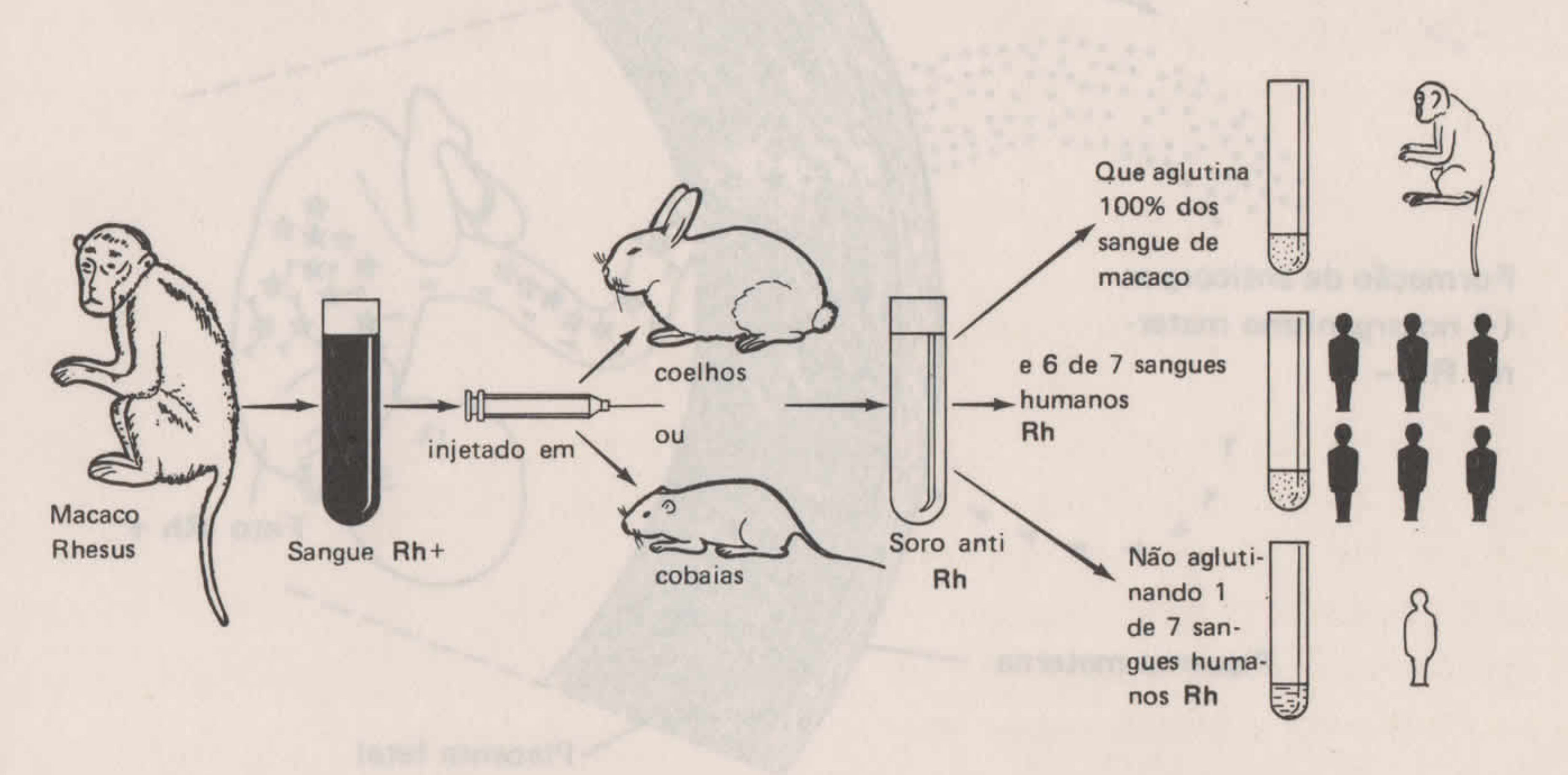


Fig. 4.6 — Esquema destinado a ilustrar a verificação básica de LANDSTEINER & WIENER (1940), relativa à ocorrência em 85% dos indivíduos brancos de um antígeno semelhante a um contido nas hemácias do Morthesus (mod. de um esquema de Witebsky).

Doença hemolítica do recém-nascido (DHRN) — (eritroblastose fetal) — Com a descoberta do fator Rh, tivemos o esclarecimento de uma forma de “anemia” denominada **eritroblastose fetal** ou DHRN, “doença hemolítica do recém-nascido (DHRN)”. A eritroblastose provoca a morte do feto antes mesmo de nascer; a morte, por problemas, do recém-nascido e distúrbios durante a gravidez, que podem resultar em aborto. Tal fato, somente ocorre quando a **mãe for do tipo sanguíneo Rh⁻** e o **filho Rh⁺**, sendo que, geralmente, os problemas surgem a partir do 2º filho.

Essa anomalia foi estudada por **Levine**, que verificou:

- 1º) somente pessoas do tipo Rh⁻ são capazes de gerar anti-Rh.
- 2º) normalmente, a circulação sanguínea da mãe é isolada da circulação sanguínea do feto, mas, acidentalmente, a “placenta” pode sofrer pequenas rupturas, desfazendo o isolamento (isto ocorre geralmente no final da gravidez, quando a criança já está bem grande e a placenta, “velha”).
- 3º) se a criança gerada for Rh⁺ e mãe Rh⁻, o sangue da criança poderá, passando para a mãe, determinar nesta última a formação de **anti-Rh**.
- 4º) se for o 1º filho e ocorrer no final da gravidez, este irá nascer antes que tenha ocorrido a formação de anti-Rh.
- 5º) em uma 2ª gravidez, ocorrendo novamente trocas sanguíneas e a mãe tendo **anti-Rh** (formado durante a 1ª gravidez), e este passando para o feto, desencadear-se-á um processo de destruição das hemácias do feto que, dependendo da quantidade de **anti-Rh**, poderá ser letal.

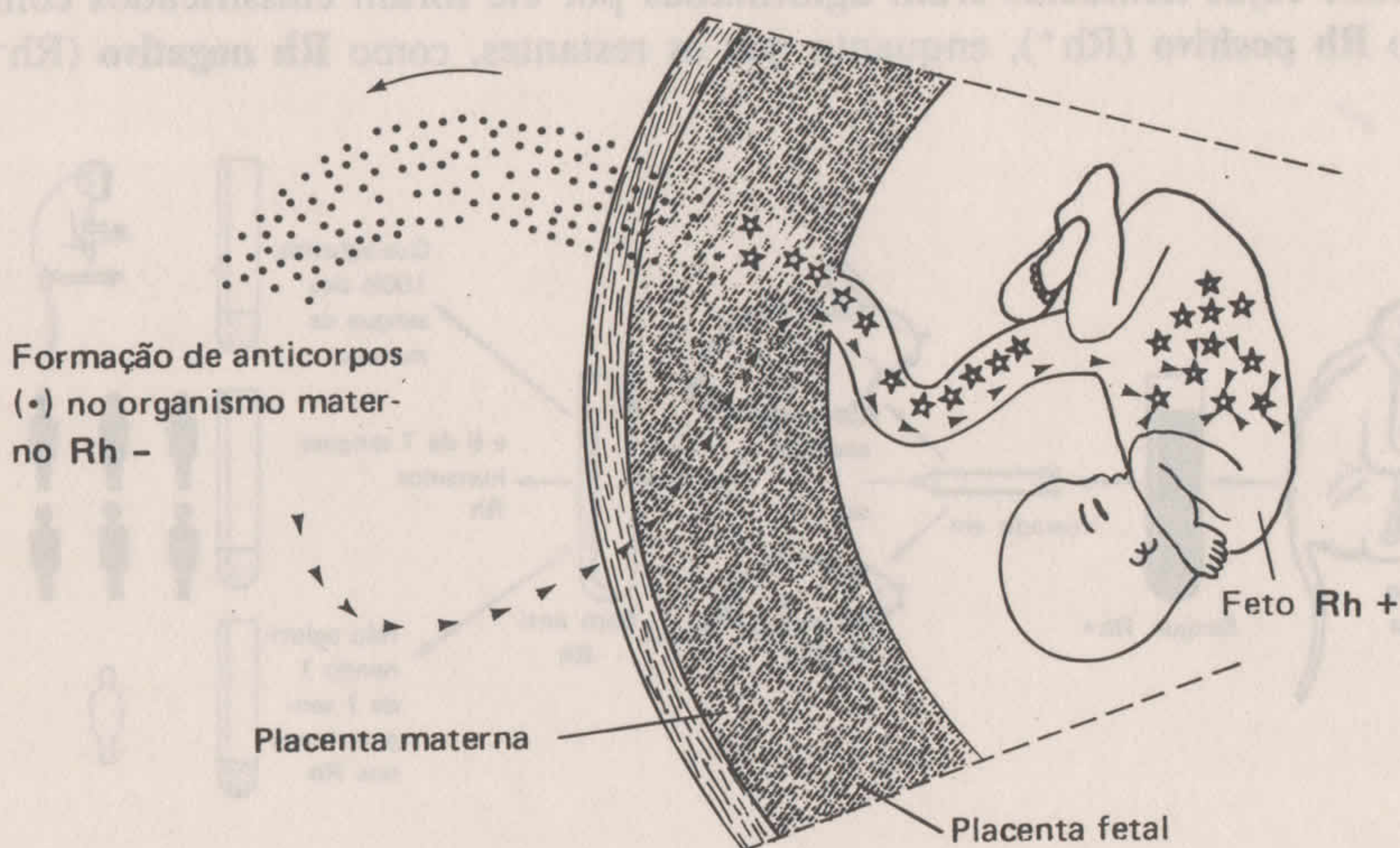


Fig. 4.7 — Esquema da patogênese da eritroblastose fetal conseqüente à incompatibilidade materno-fetal em relação ao fator Rh (desenho da Sra. Lilly Althausen).

6º) uma mulher com sangue Rh⁻, recebendo uma transfusão sanguínea “incompatível”, isto é, com sangue Rh⁺, produzirá também anticorpos anti-Rh. Caso esta mulher venha a ter filhos Rh⁺, o primeiro já poderá sofrer os problemas da doença hemolítica do recém-nascido (DHRN).

Quando uma criança nasce com DHRN, procede-se à transfusão sanguínea, o que pode salvá-la. Tal transfusão pode ser feita também antes da criança nascer, isto é, em algumas situações, no interior do organismo materno.

Há algum tempo, existem medicamentos capazes de inibir a formação de anticorpos **anti-Rh** na mãe, caso ela seja Rh⁻ e o filho Rh⁺. Esses medicamentos devem ser ministrados após o parto. Assim sendo, no futuro, esta doença deverá estar praticamente erradicada.

Herança do fator Rh — Na prática, o caráter é considerado uma herança mendeliana simples, sendo transmitido da seguinte forma:

- R = gene para fator Rh⁺
- r = gene para fator Rh⁻
- O fator Rh⁺ é dominante sobre o fator Rh⁻

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
RR	Rh ⁺
Rr	
rr	Rh ⁻

Nota: na realidade, análises imunológicas revelaram mais de um tipo de **antígeno Rh**, o que não altera o tipo de herança já mencionado. Todavia, Fischer propôs a seguinte nomenclatura: na herança do fator Rh temos 3 pares de genes situados em locais muito próximos, sendo o **gene D** o de maior efeito. Assim, quando em um genótipo existir o **gene D**, o indivíduo será Rh positivo. Os demais genes estão representados pelas letras **C** e **E** de sorte que teremos, então, os seguintes genótipos possíveis:

CDE	→	Fator Rh ⁺	CdE	→	Fator Rh ⁻
CDe	→	”	Cde	→	”
cDE	→	”	cdE	→	”
			cde	→	”

Sistemas MN e Ss — A importância destes grupos sanguíneos não se limita às suas relações com transfusão, incompatibilidade materno-fetal e antropologia. Esses grupos apresentam grande interesse para o médico legista na investigação da paternidade em casos de troca de recém-nascidos nos berçários das maternidades etc.

Os sistemas MN e Ss, particularmente, apresentam interesse em medicina legal. Contudo, não se utiliza destes sistemas em esquemas de transfusões sanguíneas.

Herança do sistema MN

O sistema MN é do tipo intermediário ou sem dominância.

Genes

M = gene para fator M
N = gene para fator N

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
MN	Grupo M
MN	Grupo MN
NN	Grupo N

Herança do sistema Ss genes

S = gene para fator S
s = gene para fator s

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
SS	grupo S
Ss	grupo Ss
ss	grupo s

Nota: a determinação do fator Rh, MN e Ss pode ser feita em laboratório, usando-se soros que contenham **aglutininas**, da mesma forma vista para a determinação dos grupos do sistema ABO.

TESTES

175. Pai do grupo sanguíneo A e mãe do grupo sanguíneo AB poderão ter filhos do grupo O?
a) sim
b) não
c) somente se o pai for heterozigoto
d) n.d.a.
176. Filhos de pais do grupo sanguíneo A heterozigotos pertencerão aos grupos:
a) A, AB, B e O
b) somente A
c) A e O
d) n.d.a.

177. Filhos de pais do grupo AB poderão pertencer aos seguintes grupos:
 a) A e O c) AB (100%)
 b) A (25%); AB (50%) e B (25%) d) AB (50%) e A (50%)
178. A eritroblastose fetal ou DHRN é uma eventualidade que pode ocorrer quando:
 a) o feto for Rh^+ e a mãe, Rh^- c) o feto for Rh^- e a mãe, Rh^+
 b) o feto e a mãe forem Rh^- d) a mãe for Rh^- e o pai, Rh^-
179. Assinale a alternativa **incorreta**:
 a) Todo indivíduo do **grupo O** é puro.
 b) Rh^- é aquele capaz de produzir **anti-Rh**.
 c) Todo indivíduo do **grupo AB** é heterozigoto.
 d) Rh^+ é aquele capaz de formar **anti-Rh**
180. Uma mulher que nunca recebeu transfusão de sangue tem um segundo filho com DHRN. Numa 3ª gravidez, nasce uma criança normal. Os genótipos prováveis de marido, mulher, 1º, 2º e 3º filhos são, respectivamente:
 a) Rr; rr; Rr; Rr; rr c) Rr; Rr; Rr; Rr; rr
 b) RR; rr; Rr; rr; Rr d) rr; rr; Rr; Rr; rr
181. Assinale a alternativa **incorreta**:
 a) Para efeito de transfusão sanguínea, a identificação do grupo sanguíneo MN não é importante.
 b) A identificação dos grupos MN e Ss é utilizada em medicina legal.
 c) Pode ocorrer DHRN (Eritroblastose fetal) no 1º filho de mulher Rh^+ desde que, antes da gravidez, a mãe tenha recebido sangue Rh^- .
 d) Para efeito de transfusão sanguínea, a identificação sanguínea utilizada é a do sistema ABO e fator Rh.
182. Mãe, grupo A, Rh^+ ; filho, O, Rh^- . O possível pai é:
 a) AB, Rh^+ c) B, Rh^+ (heterozigoto)
 b) B, Rh^+ (homozigoto) d) O, Rh^+ (homozigoto)
183. Criança, grupo A, M, Rh^+ ; mãe, O, MN, Rh^- . O possível pai é:
 a) AB, N, Rh^- c) B, M, Rh^-
 b) A, M, Rh^+ d) O, M, Rh^+
184. Assinale a alternativa correta com relação às transfusões sanguíneas:
 a) doador grupo A, receptor grupo B c) doador grupo AB, receptor grupo O
 b) doador grupo B, receptor grupo O d) doador grupo A, receptor grupo AB

B) Herança Quantitativa (Polimeria) — herança poligênica

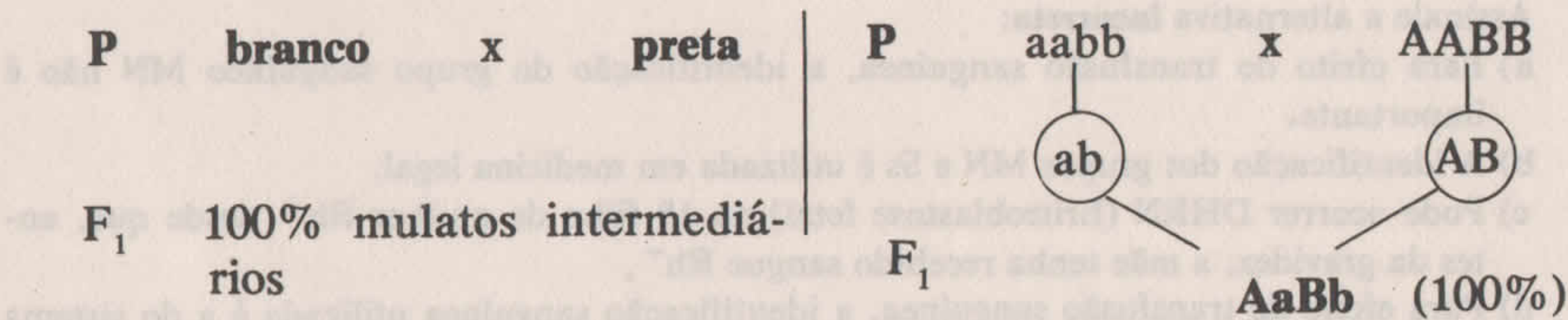
É a possibilidade de dois ou mais pares de genes exercerem influência na determinação de um mesmo caráter, misturando seus efeitos, sem apresentar dominância entre si e sem serem alelos, podendo ou não ocupar os mesmos cromossomos.

É o que ocorre na **herança da cor da pele**, na espécie humana, onde existem 5 variações fenotípicas básicas: **preto, mulato escuro, mulato intermediário, mulato claro e branco**.

Neste caso, temos **dois pares** de genes atuando na determinação da cor da pele: quando em um genótipo coexistem os quatro genes (2 pares) que condicionam a variação fenotípica branca, teremos o fenótipo **pele branca**. Para que um indivíduo tenha **pele preta**, é necessária a presença de quatro genes para aquela variedade fenotípica. Os fenótipos intermediários dependerão do número de genes presentes no genótipo para um ou outro extremo, de forma que, sem apresentarem dominância, iremos obter formas fenotípicas que variam de um extremo a outro.

Para a herança na cor da pele, considere:

aabb = genótipo de indivíduo branco
AABB = genótipo de indivíduo preto
cruzando-se



Se cruzarmos agora os descendentes F₁ entre si (cruzamento entre **diíbridos**), teremos:

P Mulato intermediário × mulata intermediária

$(F_1 \times F_1)$

{	preto	1/16
	mulato escuro	4/16
	mulato intermediário	6/16
	mulato claro	4/16
	branco	1/16

$F_1 \times F_1$		$AaBb \times AaBb$			
<div style="display: flex; align-items: center;"> <div style="text-align: center;"> <p>G</p> <p>♂</p> </div> <div style="text-align: center;"> <p>G</p> <p>♀</p> </div> </div>		AB	Ab	aB	ab
AB	AABB	AABb	AaBB	AaBb	
Ab	AABb	AAbb	AaBb	Aabb	
aB	AaBB	AaBb	aaBB	aaBb	
ab	AaBb	Aabb	aaBb	aabb	

Analizando a geração F₂, observamos que:

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
1 AABB	(1) preto
2 AABb; 2AaBB	(4) mulato escuro
4 AaBb; 1aaBB; 1AAbb	(6) mulato intermediário
2 aaBb; 2 Aabb	(4) mulato claro
1 aabb	(1) branco

Nota: é importante também observar que tal herança obedece a uma **distribuição binomial** onde a frequência de cada descendente corresponde ao coeficiente do termo, ou seja, ao **binômio de Newton** considerado.

Assim, $(a + b)^n$ representa a equação geral no binômio de Newton.
n representa o número de genes envolvidos na herança
n + 1 representa o número de classes fenotípicas encontradas
a e **b** representam os genes e seus expoentes; quando do desenvolvimento do binômio, representará o número de genes envolvidos no genótipo em questão.

Exemplo: **cor da pele na espécie humana**

$(a + b)^n$ Sabemos que são 4 os genes envolvidos; logo
 $n = 4$ e, portanto, temos $(a + b)^4$
a representará genes para cor preta
b representará genes para cor branca

$$(a + b)^4 = a^4 + 4a^3b + 6a^2b^2 + 4ab^3 + b^4$$

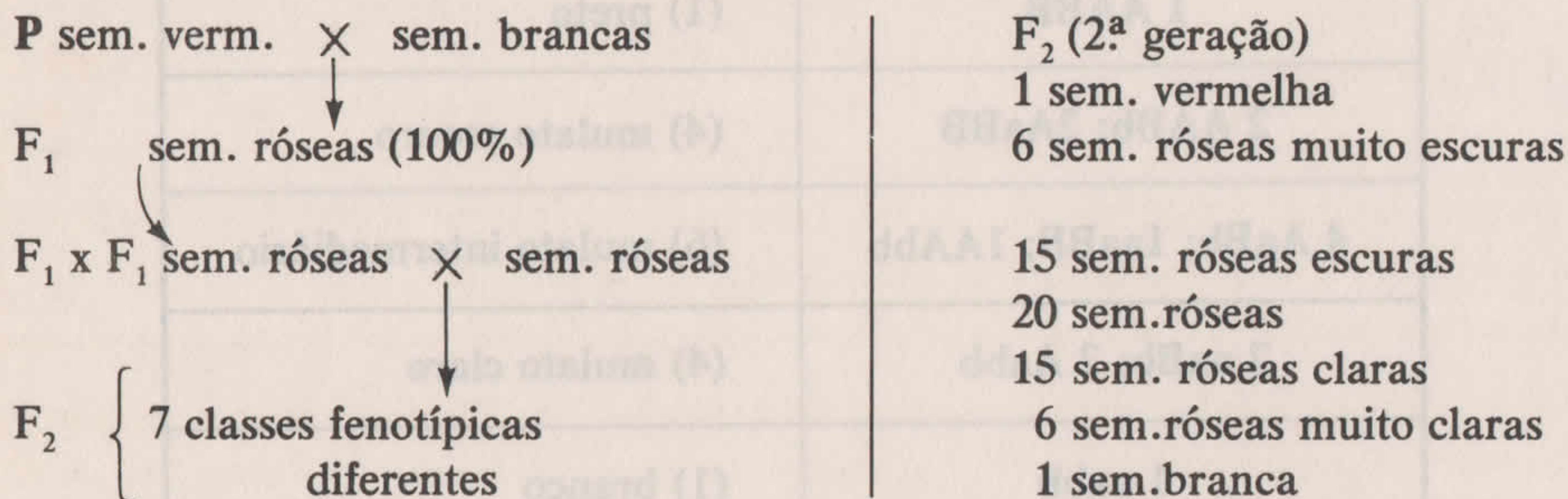
Analizando o binômio acima, temos que a soma dos coeficientes dos termos é igual ao total de descendentes (16).

Do desenvolvimento do binômio acima obtivemos 5 termos ($n + 1$) que correspondem ao número de classes fenotípicas. Considerando por exemplo:

- a⁴** representa o genótipo AABB
- a³b** representa o genótipo AABb ou AaBB
- a²b²** representa o genótipo AABB ou AaBb ou aaBB etc.
- Seus coeficientes 1; 4; 6 etc. representam o número de descendentes obtidos (vide cruzamento AaBb x AaBb).

Considere agora o seguinte exemplo:

Em trigos, há duas variedades puras, sementes vermelhas e sementes brancas de cujo cruzamento se obtém trigos híbridos com sementes róseas que, cruzadas entre si, fornecem a segunda geração em F_2 .



Com este resultado, não podemos pensar somente em ausência de dominância sem que exista mais de um par de genes agindo no caráter em questão.

Como foram obtidas 7 classes fenotípicas diferentes, podemos concluir que o número de genes envolvidos na herança é igual a 6; portanto, 3 pares.

TESTES

Do cruzamento entre mulata escura e um mulato resultaram 8 filhos, sendo:

1 negro

3 mulatos escuros

3 mulatos

1 mulato claro

185. Pergunta-se qual o genótipo dos pais:

a) AABB × aabb

b) AABb × aabB

c) AaBb × AABb

d) Aabb × AaBb

186. O casal acima poderá ter filhos brancos?

a) sim

b) não

Suponha que em abóboras ocorra 3 pares de genes que influenciam na determinação do peso do fruto. Uma planta com genótipo **AABBCC** dá frutos que pesam em média 3 kg. Uma planta com genótipo **aabbcc** dá frutos que em média pesam 1,5 kg.

187. Cada gene (representado por letras maiúsculas) “dominante” acrescenta ao peso mínimo:

a) 250 gr

b) 500 gr

c) 125 gr

d) impossível de se determinar

188. A planta com genótipo **AaBbCc** deverá pesar em média:

a) 2,250 kg

b) igual à de genótipo **AABbcc**

c) 1,750 kg

d) há duas corretas

189. A coloração da pele na espécie humana é influenciada pelo meio ambiente e constitui um exemplo de:

- a) Polialelia
- b) Polimeria

- c) Alelos múltiplos
- d) Herança mendeliana

C) Pleiotropia

É a situação onde um único par de genes pode condicionar vários caracteres simultaneamente. É o efeito múltiplo de um gene.

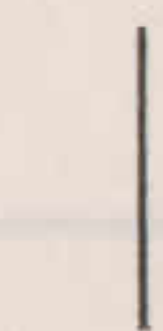
São conhecidos vários casos de **Pleiotropia**. Em **Drosophila**, por exemplo, existe um gene que determina tamanho das asas, formato dos balancins, posição das cerdas, fecundidade, velocidade de crescimento etc.

Na espécie humana, é bem conhecida a **síndrome de Lawrence Moon**, onde o indivíduo apresenta oligofrenia, obesidade, polidactilia e hipogonadismo, e a **síndrome de Marfan**, onde encontramos defeitos cardíacos, fragmentos do cristalino, aracnodactilia etc.

Para melhor compreensão da **Pleiotropia**, analisemos o que ocorre com os **genes letais** (determinam caracteres incompatíveis com a vida) cuja existência foi determinada por **Cuènot** através de experiências com camundongos.

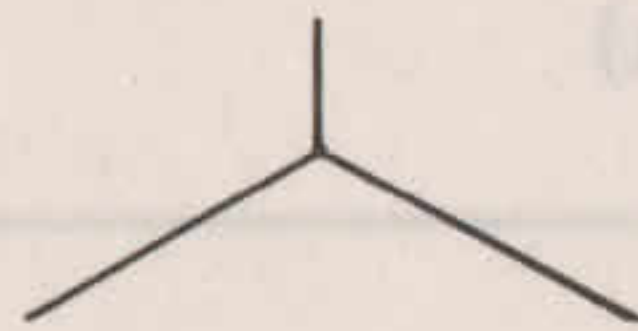
Cuènot realizou cruzamentos de camundongos amarelos e pretos entre si, observando que, ao cruzar camundongos amarelos entre si, **sempre** obtinha, entre os descendentes, camundongos amarelos e pretos. Todavia, quando cruzava camundongos pretos entre si, obtinha somente camundongos pretos.

preto × preto



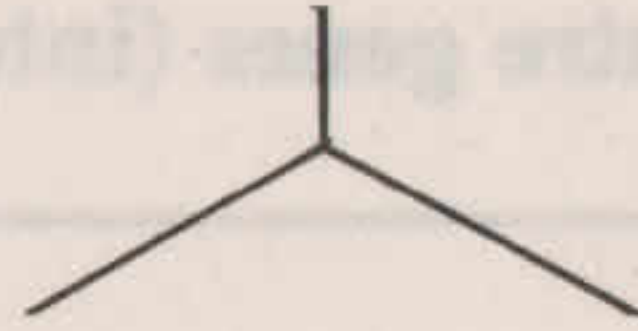
100%
preto

preto × amarelo



50% 50%
preto amarelo

amarelo × amarelo

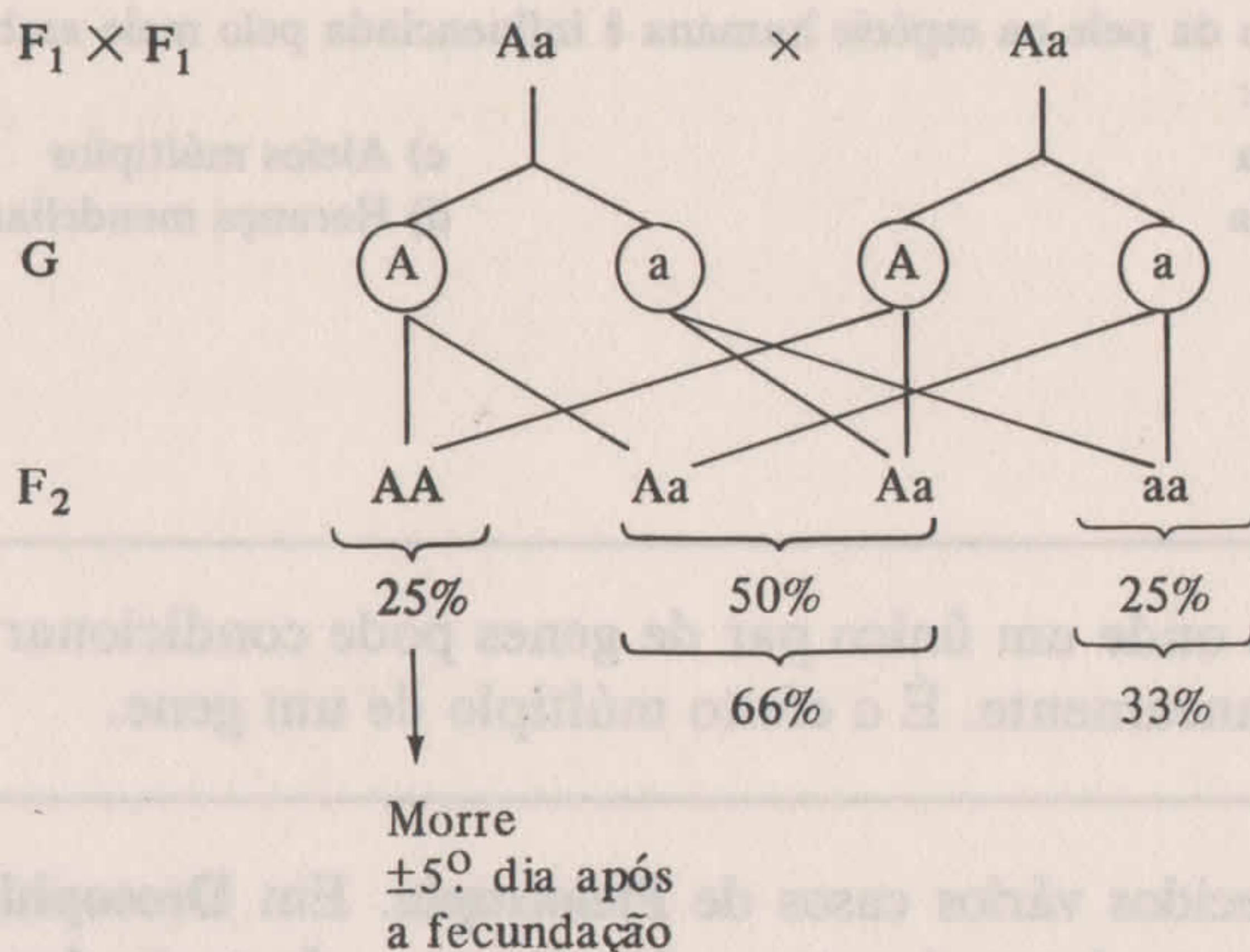


amarelo preto
66% 33%

Proporção de 2:1

Chamou-lhe a atenção o resultado do cruzamento de camundongos amarelos entre si onde, dentre os descendentes, se obteve uma **proporção de 2 : 1**. Ora, sendo os pais híbridos, deveria obter uma proporção de 3 : 1, conforme a 1ª Lei de Mendel.

Como o gene para amarelo (A) é dominante sobre o fator para preto (a), o cruzamento entre amarelos híbridos fica assim representado:



Cuènot supunha que o **gene A**, quando em dose dupla (AA), tinha efeito letal, determinando a morte dos embriões. Tal suposição foi, posteriormente, confirmada por certas experimentações onde se observou que, ao abrir o útero de uma **rata grávida** logo após o 5º dia, a proporção de embriões mortos era de 1:3. Isto queria dizer que, se esses embriões não tivessem morrido, provavelmente seriam amarelos. Assim sendo, daria a proporção mendeliana esperada, 3:1.

Note que não se trata do caráter amarelo apresentar-se inconveniente à sobrevivência dos ratos; porém, o gene para caráter amarelo deve condicionar algum outro caráter, o que determina a morte. Portanto, tal gene se comporta como recessivo, isto é, age somente quando em dose dupla (AA).

O efeito letal, entretanto, pode diminuir ou ser anulado sob ação do meio ambiente.

D) Ação entre genes (interação gênica)

Neste caso, a expressão fenotípica de um caráter é determinada por ação conjunta de dois ou mais genes não alelos. Isto quer dizer que os caracteres dos descendentes dependem da ação simultânea de 2 ou mais pares de genes.

Exemplo: **forma da crista em aves.**

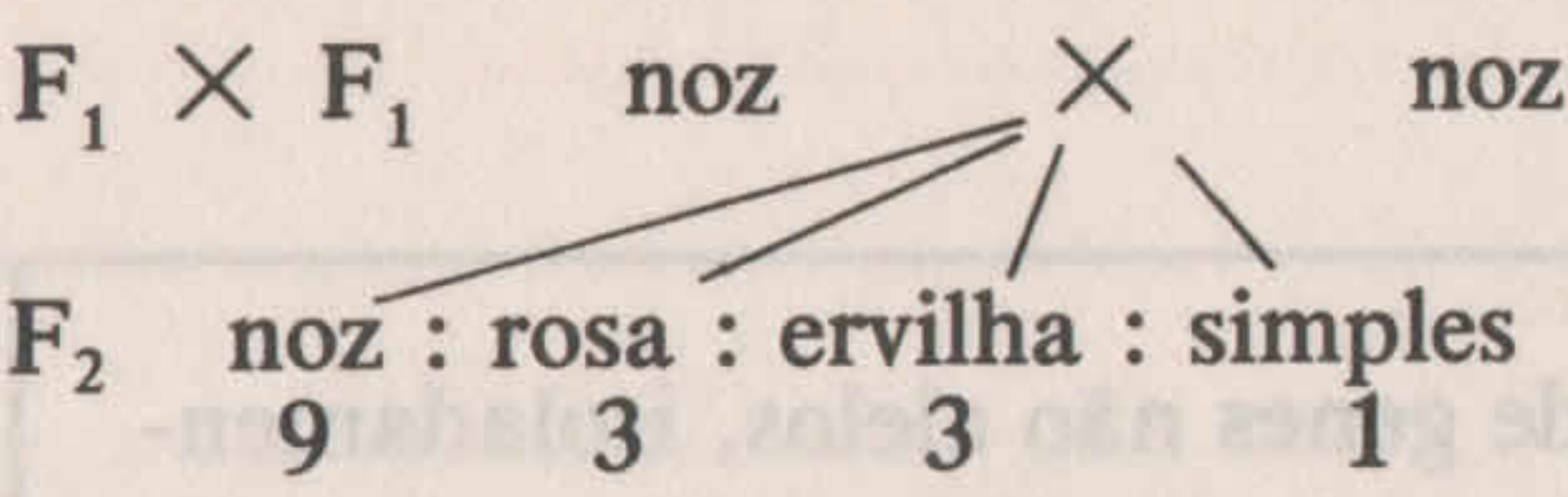
Há quatro tipos diferentes de crista em aves: **rosa; simples; ervilha e noz.** Do cruzamento destas aves, segundo os esquemas abaixo, obtém-se:

P rosa × simples

F₁ 3 rosas : 1 simples

P rosa × ervilha

F₁ Noz (100%)



Note que a distribuição em F_2 obedece à proporção fenotípica da 2ª lei de Mendel (9 : 3 : 3 : 1); porém, neste caso, temos um único caráter.

Essas variedades de cristas em aves são devidas à interação de dois pares de genes não alelos: **R** (rosa) e **r**; **E** (ervilha) e **e**. Quando **R** e **E** se apresentam em um mesmo genótipo, interagem e determinam a crista tipo **noz**. Isolados, determinam os tipos **rosa** ou **ervilha** e, quando ausentes, o tipo **simples**.

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
RREE RREe RrEE RrEe	noz
RRee Rree	rosa
rrEE rrEe	ervilha
rree	simples

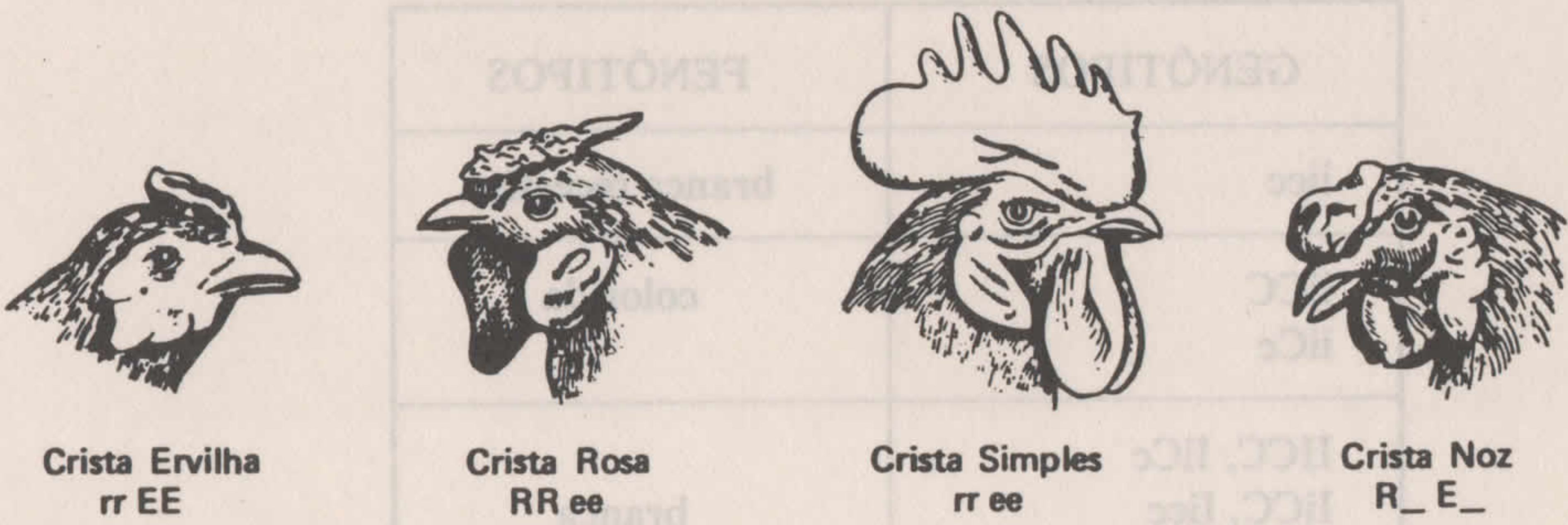


Fig. 4.8 — Tipos de crista em galinhas

Genes Complementares

É caso de ação entre genes onde 2 pares de genes não alelos, isoladamente, apresentam o mesmo efeito. Porém, quando reunidos, determinam a produção de outra variedade fenotípica. Tais genes são denominados complementares.

Exemplo: em ervilhas, os genes **E** e **P**, quando em um mesmo genótipo, determinam flores púrpuras; porém, quando isolados ou ausentes, determinam flores brancas.

FENÓTIPOS	FLORES PÚRPURAS	FLORES BRANCAS
GENÓTIPOS	EEPP; EEPp EePP; EePp	eePP; eePp; EEpp Eepp; eep

Epistasia

É assim chamada a hereditariedade em que dois pares de genes não alelos agem na determinação de um mesmo caráter e a expressão (manifestação) de um deles inibe ou encobre a manifestação do outro.

O gene que se manifesta é chamado **epistático** e o inibido, **hipostático**. Exemplo: em galinhas da raça **Leghorn**, existe um gene **I** que inibe a manifestação da cor, que é condicionada pelo gene **C**. As galinhas denominadas Plymouth brancas não têm gene inibidor de cor **i**; entretanto, não apresentam penas coloridas por não apresentarem o gene **C**. Desta forma, temos:

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS
iicc	branca recessiva
iiCC iiCc	colorida
IICC, IiCc IiCC, Iicc IICc, Ilcc	branca

III — FATORES CITOLÓGICOS DA DETERMINAÇÃO DO SEXO

1. Em que época da vida fica definido o sexo do novo ser?

Na grande maioria dos seres vivos, o sexo genético fica definido com a fecundação, isto é, com a união dos gametas masculino e feminino e, conseqüentemente, com a formação da célula-ovo ou zigoto. É a determinação **singâmica** do sexo. Ex.: espécie humana.

Em alguns seres vivos, o sexo dependerá ou não do óvulo (gameta feminino) ser fecundado pelo espermatozóide, isto é, o óvulo pode evoluir **sem fecundação** (Partenogênese), dando origem a indivíduos do mesmo sexo. Portanto, antes da fecundação, já existe um sexo predeterminado. É a determinação **pro-gâmica** do sexo. Ex.: alguns insetos, como abelhas, nos quais, se não ocorrer fecundação, o óvulo evoluirá para **macho** e, ocorrendo fecundação, o zigoto dará origem à **fêmea**.

Em outros animais, o sexo dependerá do meio externo, isto é, as formas jovens são potencialmente masculinas e femininas; durante o desenvolvimento, o sexo ficará definido. É a determinação **epigâmica** do sexo. Ocorre, por exemplo, no sapo cujas larvas (girinos), mantidas à temperatura ambiente, dão proporções mais ou menos iguais de fêmeas e machos; porém, se a temperatura for inferior a 15°C, obteremos maior proporção de fêmeas em relação a machos e, se a temperatura for maior que 25°C, obteremos uma proporção de machos maior em relação a fêmeas.

2. Fatores citológicos

Em capítulos anteriores, vimos que os cromossomos se apresentam aos pares e em um determinado número que é constante para cada espécie.

Analisando os cromossomos, observamos que existe um determinado número de cromossomos comuns a ambos os sexos e **um par** que se apresenta diferente, conforme as células sejam masculinas ou femininas.

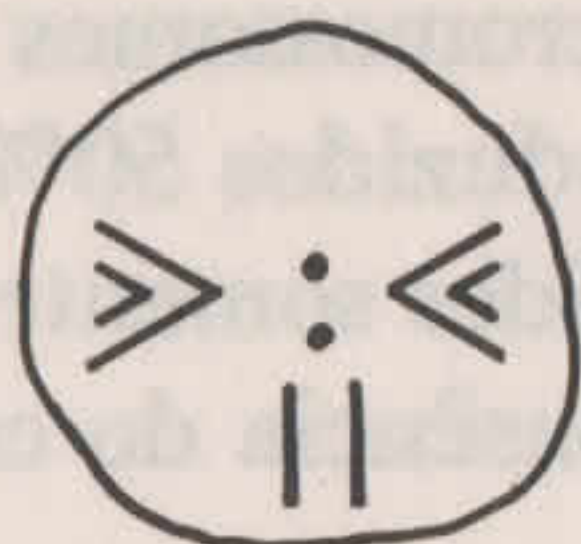
Em função desta diferenciação, os cromossomos dividem-se em:

cromos. autossomos = $(n - 1)$ pares (comuns às células masculinas e femininas)

cromos. sexuais = **1 par** (diferem conforme a célula masculina ou feminina)

A título de exemplo, analisemos células de moscas (**Drosophila**), onde existem 4 pares de cromossomos.

Cariótipo de uma fêmea



Cariótipo de um macho



Fig. 4.9

Observe que existem 3 pares iguais em ambos os sexos; porém, um 4º par se apresenta formado por cromossomos iguais — sexo feminino — e cromossomos diferentes — sexo masculino — os quais são representados por XX no sexo feminino e XY no sexo masculino.

a) Determinação do sexo nos mamíferos

Nos **mamíferos**, particularmente na espécie humana, temos:

XX + 44 autossomos

— fórmula cromossômica da mulher

XY + 44 autossomos

— fórmula cromossômica do homem

O sexo masculino, portanto, produz **dois** tipos diferentes de gametas em relação ao **par sexual**, isto é, o sexo masculino é **digamético** ou sexo heterogamético, enquanto que o sexo feminino é **homogamético**.

Deixaremos de representar os pares autossômicos, uma vez que são iguais:

sexo feminino — XX → gametas X 100%

sexo masculino — XY → gametas X 50%; Y 50%

b) Determinação do sexo nas aves

Nas **aves**, ocorre uma situação inversa, isto é, o **digametismo** é **feminino**, ou seja, as fêmeas é que apresentam cromossomos sexuais diferentes enquanto que, no macho, os cromossomos sexuais são iguais; logo, o sexo **herogamético** é o **feminino**:

ZZ — par sexual — sexo masculino

ZW — par sexual — sexo feminino

Fêmeas

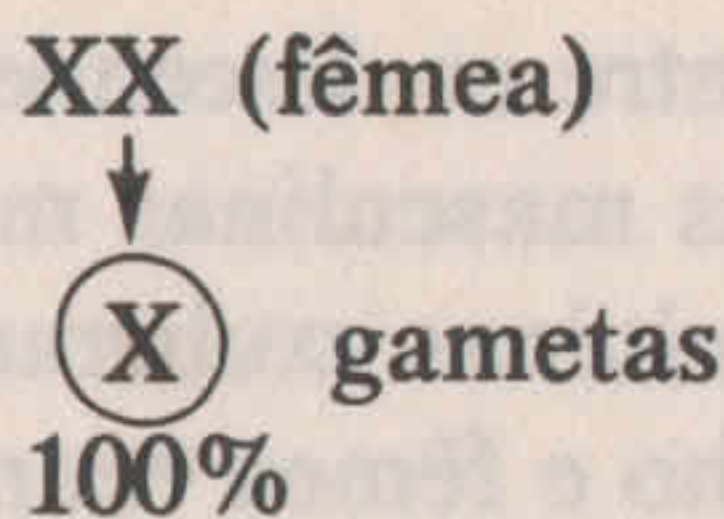
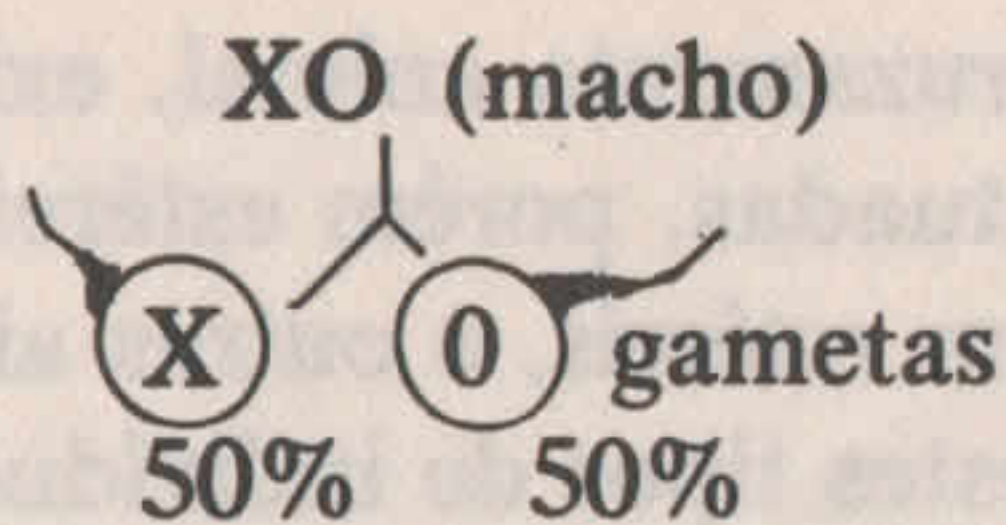
ZW → (Z) ^{óvulos} 50% (W) 50%

Machos

ZZ → (Z) ^{espermatozóide} 100%

c) Determinação do sexo nos insetos

Em alguns **insetos**, gafanhotos por exemplo, não existe o cromossomo Y nos machos enquanto que, nas fêmeas, ocorrem dois cromossomos X. Neste caso também o digametismo será masculino, pois são produzidos 50% de espermatozóides com cromossomos X e 50% de espermatozóides somente com cromossomos autossomos. Para efeito de representação, a ausência do cromossomo Y será simbolizada por 0 (zero). Assim, temos:



d) Índice da sexualidade

Um pesquisador, Bridges, observou que, em **Drosophila**, o sexo não depende do cromossomo X ou Y e sim de uma relação entre o número de cromossomos X e o número de lotes autossômicos.

O número de cromossomos em **Drosophila** é igual a 8, isto é, 4 pares cuja fórmula cromossômica pode ser assim representada:

XX + 2A

— fêmeas diplóides normais

XY + 2A

— machos diplóides normais

A representa número de lotes autossômicos haplóides (2A = diplóide, 3A = triplóide etc.)

Cruzando-se fêmeas triplóides (3n) normais com machos diplóides (2n), obteve-se:

FÊMEA TRIPLÓIDE (3n) × MACHO DIPLÓIDE (2n)

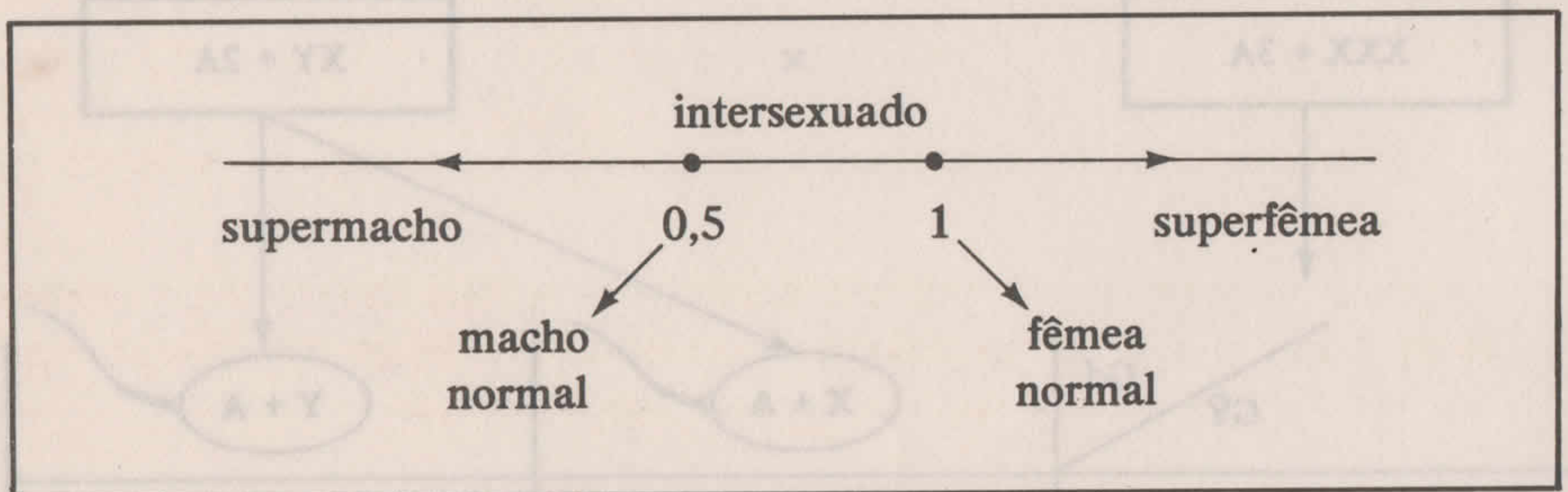
<div>XXX + 3A</div>		<div>XY + 2A</div>	
<div>G♀ \ G♂</div>		<div>X + A</div>	<div>Y + A</div>
		XX + 2A	XY + 2A
<div>XX + 2A</div>	XXX + 3A	XXY + 3A	
<div>X + 2A</div>	XX + 3A	XY + 3A	
<div>XX + A</div>	XXX + 2A	XXY + 2A	

Bridges observou que, dentre os descendentes do cruzamento animal, existem moscas com características masculinas muito acentuadas, porém estéreis, e outras com características femininas exuberantes, porém estéreis, e outras ainda com características de macho e fêmea reunidas. A estes tipos de indivíduos deu os nomes, respectivamente, de **supermacho**; **superfêmea** e **intersexuado**.

Notou ainda que todas as moscas com fórmula cromossômica $XX + 2A$; $XXX + 3A$ ou $XXY + 2A$ eram **fêmeas normais**. Moscas $XY + 2A$ eram **machos normais**, $XX + 3A$ ou $XY + 3A$ eram **supermachos**; $XXX + 2A$ eram **superfêmeas** e que $XXY + 3A$ eram **intersexuados**. A partir destes dados elaborou o **índice de sexualidade (I.S.)**.

$$\text{I.S.} = \frac{\text{número de cromossomos X}}{\text{número de lotes autossômicos}}$$

Quando o valor encontrado for 1 = fêmea normal; 0,5 = macho normal; maior que 1 = superfêmea; menor 0,5 = super macho e maior que 0,5, porém menor que 1 = intersexuado.



IV — HERANÇA LIGADA AO SEXO

Vimos anteriormente que, na maioria dos seres vivos, o sexo é determinado principalmente pelo par sexual (alossômico), enquanto que os cromossomos autossômicos [(n - 1) pares] não participam diretamente dessa determinação.

O par de cromossomos sexuais não se apresenta formado de dois cromossomos exatamente iguais. Na espécie humana, vimos ser ele representado por XY no sexo masculino e XX no sexo feminino.

A **herança ligada ao sexo** refere-se aos genes situados no **cromossomo X** que não apresentam alelos correspondentes no **cromossomo Y**.

No pareamento XY, cromossomos que seriam homólogos, notamos, na realidade, “três” áreas importantes:

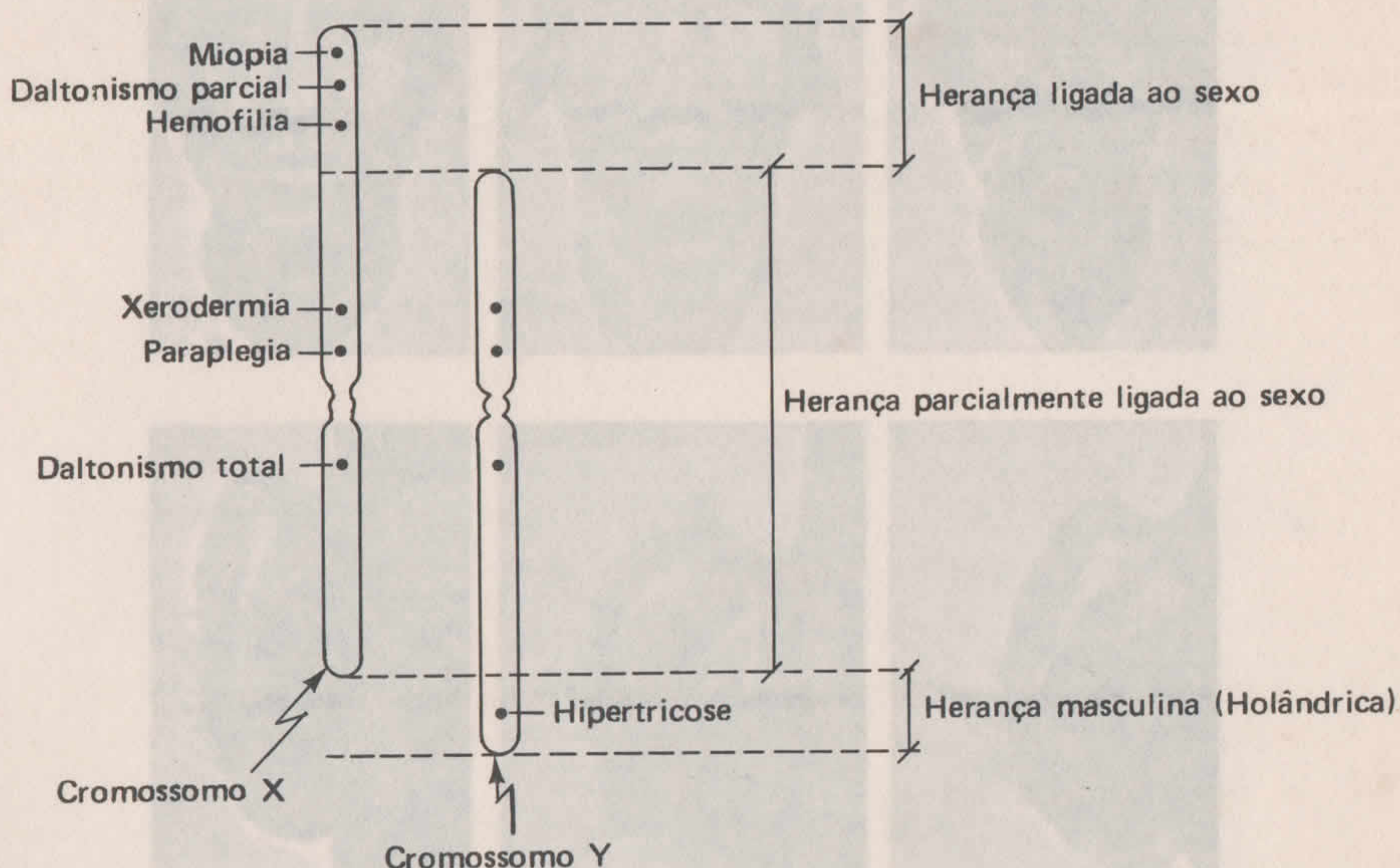


Fig. 4.10

Analizando o par de cromossomo sexual acima representado, podemos notar que:

- os genes para **miopia, daltonismo parcial e hemofilia** situam-se no **cromossomo X** sem apresentarem alelos no cromossomo Y. Estes são alguns dos genes que estão relacionados com a **herança ligada ao sexo**.
- os genes para **xerodermia, paraplegia, daltonismo total** etc. situam-se no **cromossomo X** e apresentam alelos no **cromossomo Y**, o que significa dizer que homens e mulheres serão afetados igualmente em relação a tais caracteres. Estes genes seguem a **herança parcialmente ligada ao sexo**.
- o gene para hipertricose (pêlo na orelha), por exemplo, situa-se no **cromossomo Y** em uma região que **não** apresenta alelos correspondentes no **cromossomo X**.

Portanto, os genes que ocupam tal região serão encontrados somente no sexo masculino e denominam-se **genes holândricos**, seguindo a **herança restrita ao sexo** ou **herança masculina**.



Fig. 4.11 — Hipertricose = presença de pêlos nos ouvidos. Esta característica, comum em certas populações, é condicionada por um gene restrito ao sexo (segundo Stern).

1. Significado da herança ligada ao sexo e suas implicações

As mulheres, em relação aos genes da **herança ligada ao sexo**, terão sempre **um par de genes alelos**, pois apresentam dois **cromossomos X**, enquanto que os homens terão apenas **um gene** para os caracteres ligados ao sexo, uma vez que apresentam **somente um cromossomo X**.

Daltonismo — Doença hereditária que se caracteriza por uma confusão das cores por parte do indivíduo afetado. Há dois tipos de **daltonismo**: **total**, não ligado ao sexo, que corresponde à confusão completa de todas as cores; o indivíduo afetado somente distingue preto e branco; e **parcial**, ligada ao sexo, que se caracteriza principalmente pela confusão das cores verde e vermelha. Interessamos o **daltonismo parcial** por ser de **herança ligada ao sexo**.

Herança — O daltonismo manifesta-se através de um gene recessivo em relação à visão normal e está situado no cromossomo X. Assim, temos:

- d = gene para daltonismo
- D = gene para visão normal

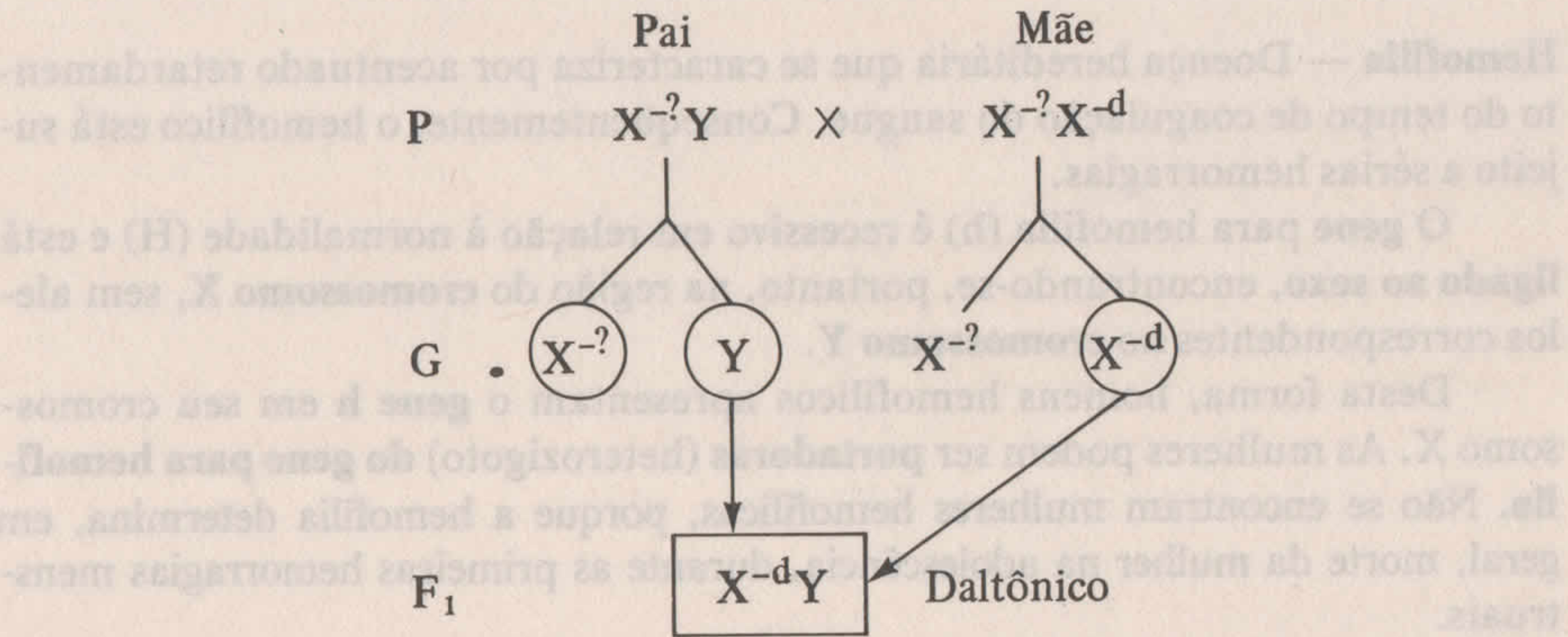
Como estão localizados no cromossomo X, na porção sem homologia com o Y, representamos da seguinte forma:

- X^d = cromossomo X com gene para visão daltônica
- X^D = cromossomo X com gene para visão normal

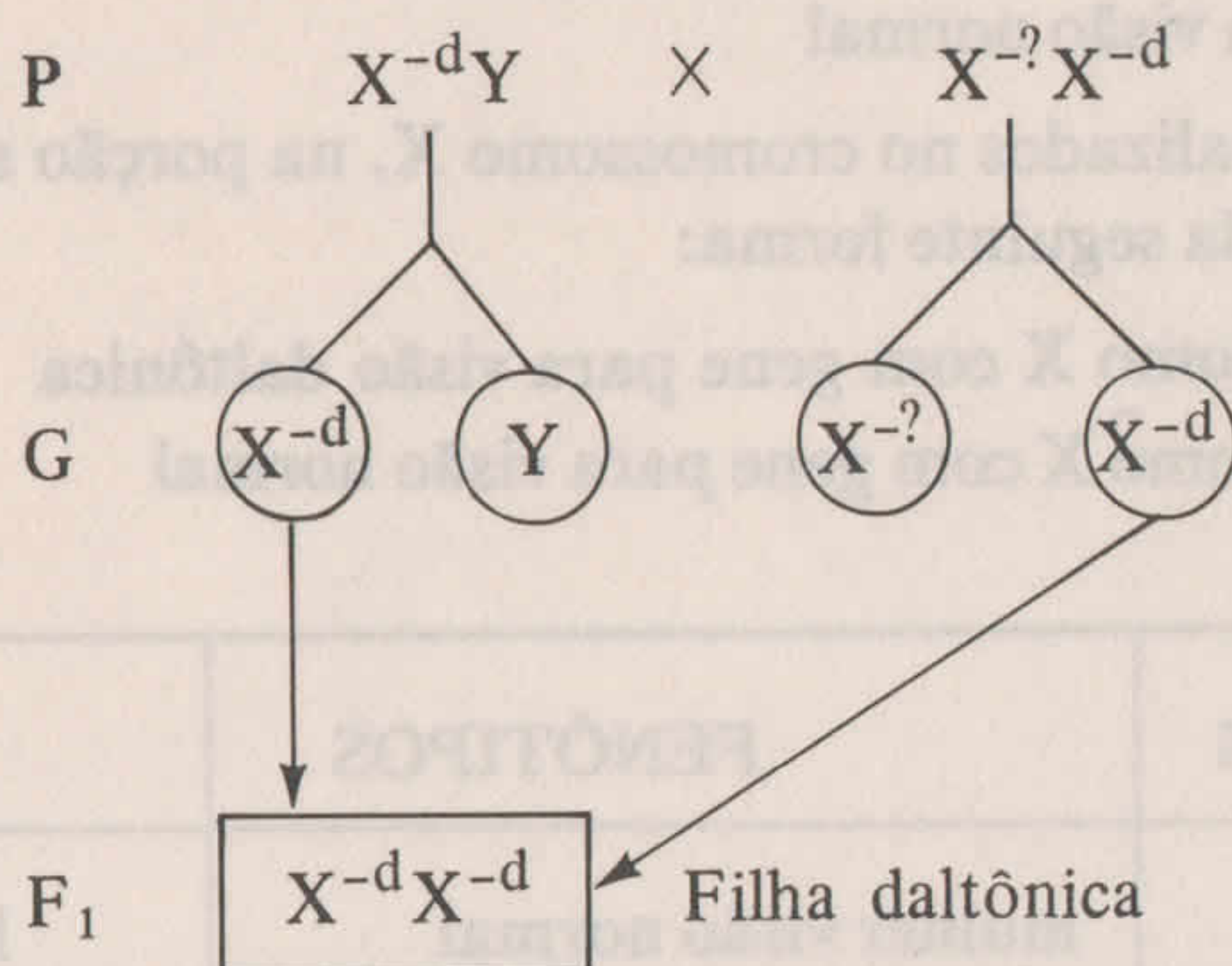
GENÓTIPOS	FENÓTIPOS	
$X^D X^D$	mulher visão normal	homozigoto
$X^D X^d$	mulher visão normal (portadora)	heterozigoto
$X^d X^d$	mulher daltônica	homozigoto
$X^D Y$	homem visão normal	hemizigoto
$X^d Y$	homem daltônico	hemizigoto

Analisando os genótipos acima, concluimos que:

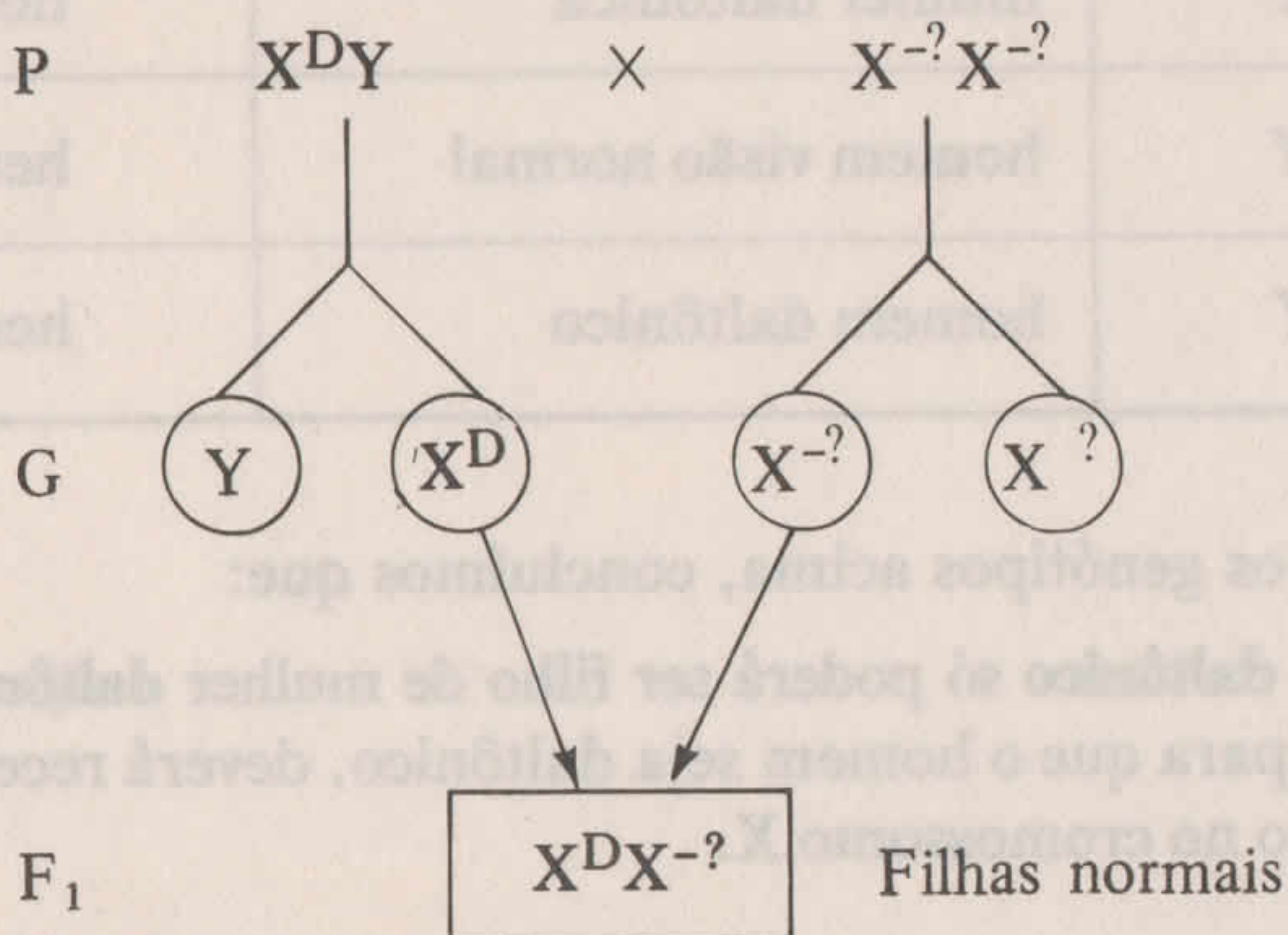
- 1º) **Todo homem daltônico** só poderá ser filho de mulher **daltônica** ou então **portadora**, pois, para que o homem seja daltônico, deverá receber o gene **d** que está localizado no cromossomo X.



2º) se um casal tiver uma **filha daltônica**, então, sem dúvida, o **pai é daltônico** e a mãe poderá ser **daltônica** ou **portadora**.



3º) se em um casal o marido tiver visão normal, então **sempre suas filhas serão normais**, sendo portadoras ou não, dependendo do genótipo da mãe.



Hemofilia — Doença hereditária que se caracteriza por acentuado retardamento do tempo de coagulação do sangue. Conseqüentemente, o hemofílico está sujeito a sérias hemorragias.

O **gene** para hemofilia (**h**) é recessivo em relação à normalidade (**H**) e está **ligado ao sexo**, encontrando-se, portanto, na região do **cromossomo X**, sem alelos correspondentes no **cromossomo Y**.

Desta forma, homens hemofílicos apresentam o **gene h** em seu cromossomo X. As mulheres podem ser **portadoras** (heterozigoto) **do gene para hemofilia**. Não se encontram mulheres hemofílicas, porque a hemofilia determina, em geral, morte da mulher na adolescência, durante as primeiras hemorragias menstruais.

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS	
$X^H X^H$	mulher normal	homozigota
$X^H X^h$	mulher normal porém portadora	heterozigota
$X^h X^h$	mulher hemofílica (morte na adolescência)	homozigota
$X^H Y$	homem normal	hemizigoto
$X^h Y$	homem hemofílico	hemizigoto

Pela análise dos genótipos acima, concluímos que:

- a) **todo homem hemofílico** é filho de mulher portadora do gene para hemofilia.
- b) **toda mulher portadora** é filha de homem hemofílico ou de mulher portadora.

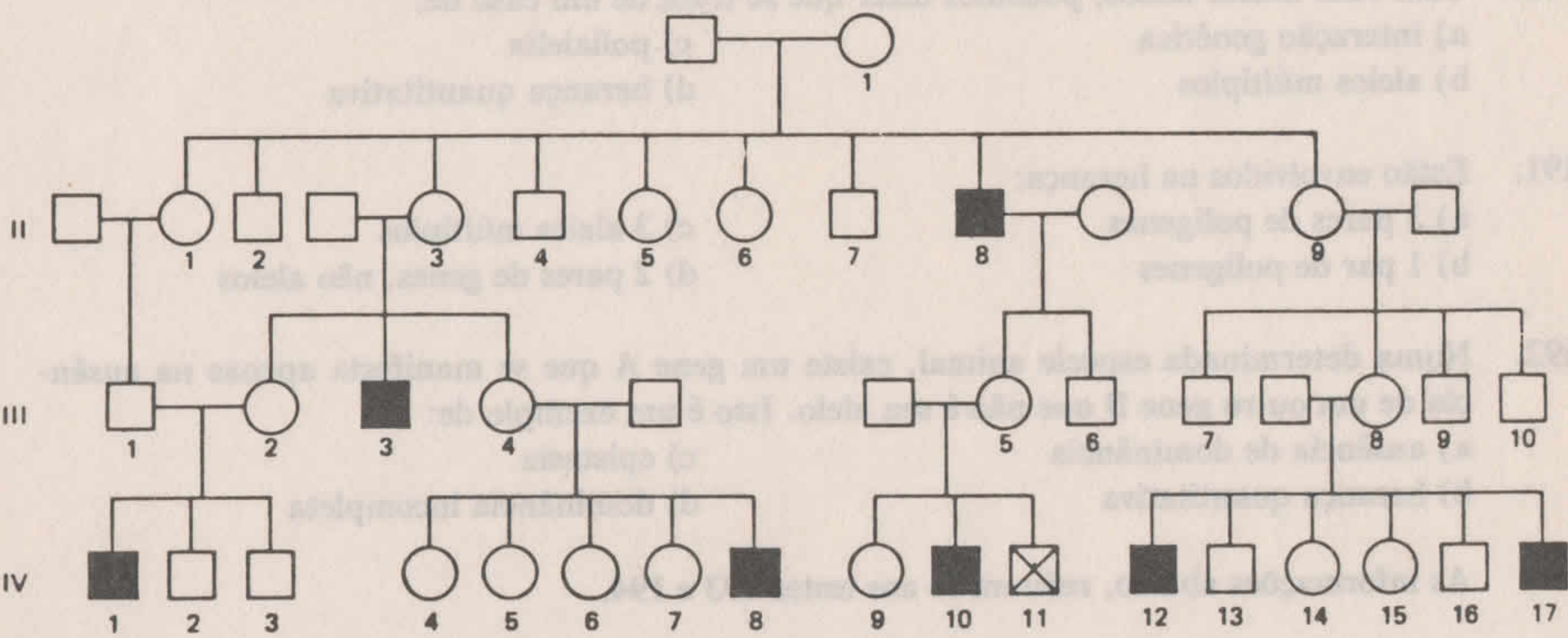


Fig. 4.12 — “Pedigree” de alguns descendentes da Rainha Vitória, mostrando a incidência de hemofilia (os indivíduos hemofílicos estão representados em negro): (I-1) rainha Vitória; (II-8) Leopold, duque de Albany; (III-3) Frederick de Hesse; (III-8) Vitória Eugenia, que se casou com Alfonso XII da Espanha; (III-9) lorde Leopold de Battenberg; (III-10) príncipe Maurice de Battenberg; (IV-1) Waldemar da Prússia; (IV-10) Rupert, visconde Trematon; (IV-12) Alfonso da Espanha; (IV-17) Gonzalo da Espanha; (IV-11) morreu na infância; (II-2) representa Eduardo VII da Inglaterra, bisavô da rainha Elizabeth II da Inglaterra.

Nota: se um homem se apresentar daltônico e hemofílico, os genes para hemofilia e daltonismo estarão no **cromossomo X** e seu genótipo será $X^{dh}Y$ ou X^{dh}, hY .

Entretanto, se uma mulher é portadora de genes para daltonismo e hemo-
filia, esses genes não estão obrigatoriamente no mesmo **cromossomo X**. Seu ge-
nótipo poderá ser $X_h^D X_H^d$ ou $X_H^D X_h^d$.

TESTES

O enunciado seguinte refere-se aos testes 190 a 192.

Em uma determinada espécie de plantas, determinou-se que a altura mínima de um indi-
víduo é 5 cm e a máxima 25 cm. Os cruzamentos entre plantas com 25 cm e 5 cm, respec-
tivamente originaram:

altura	nº de indivíduos
5	19
10	78
15	121
20	81
25	21

190.

Com base nesses dados, podemos dizer que se trata de um caso de:

a) interação genética

b) alelos múltiplos

c) polialelia

d) herança quantitativa
191.

Estão envolvidos na herança:

a) 3 pares de poligenes

b) 1 par de poligenes

c) 3 alelos múltiplos

d) 2 pares de genes, não alelos
192.

Numa determinada espécie animal, existe um gene A que se manifesta apenas na ausên-
cia de um outro gene B que não é seu alelo. Isto é um exemplo de:

a) ausência de dominância

b) herança quantitativa

c) epistasia

d) dominância incompleta

As informações abaixo, referem-se aos testes 193 e 194.

Na herança da cor do fruto da abóbora-moranga, estão envolvidos dois pares de genes **Aa** e **Bb**. O gene **B** produz frutos amarelos, mas, na presença do gene **A**, ele é inibido e produz frutos brancos como o seu alelo recessivo **b**. O indivíduo duplo recessivo **aabb** produz frutos verdes.

193.

As informações acima permitem concluir que:

a) o gene A é epistático sobre o seu alelo

b) o gene B é epistático sobre o A

c) o gene A é epistático sobre o B

d) o gene a é hipostático sobre o B
194.

Uma planta homozigota, produtora de frutos amarelos, é cruzada com uma outra, produ-
tora de frutos verdes. Uma planta filha desse cruzamento, que chamaremos de planta I,

foi cruzada com uma outra planta II, produtora de frutos brancos. Este cruzamento (I \times II) produziu:

4/8 — plantas com frutos brancos

3/8 — plantas com frutos amarelos

1/8 — plantas com frutos verdes

Os genótipos das plantas I e II são, respectivamente:

a) Aabb \times AaBb

b) aaBb \times AaBb

c) aaBb \times AaBB

d) aaBb \times AABb

195. O cruzamento de uma planta de 5 cm com outra de 15 cm originou plantas com 15, 10 e 5 cm, nas proporções de 1 : 2 : 1, respectivamente. Os genótipos das plantas cruzadas são, respectivamente:

a) aabb \times AAbb

c) aabb \times AaBb

b) Aabb \times aaBb

d) aabb \times aaBb

196. Uma ave com crista noz foi cruzada com uma outra com crista ervilha, resultando: 50% noz e 50% ervilha. Os genótipos das aves cruzadas são, respectivamente:

a) EeRr \times EErr

c) EERr \times EErr

b) eeRr \times EeRr

d) EErr \times eeRR

197. O cruzamento entre duas aves com crista noz, duplamente heterozigotas, originará indivíduos com crista ervilha na proporção de:

a) 3/16

c) 1/16

b) 4/16

d) 9/16

198. O cruzamento EeRr \times eeRr originará indivíduos com crista simples na proporção de:

a) 1/16

c) 2/3

b) 1/8

d) 4/9

199. Um casal normal com relação à visão teve um filho daltônico. Qual o genótipo dos pais?

a) X^dX^d vs. X^dY

c) X^DX^d vs. X^dY

b) X^DX^d vs. X^DY

d) X^DX^D vs. X^dY

200. Mulher daltônica casa-se com homem normal. Qual a possibilidade de ter uma **filha daltônica**?

a) 100%

c) 50%

b) nula

d) 25%

201. Mulher normal casa-se com homem daltônico e têm um filho daltônico e uma filha normal. Qual o genótipo do casal?

a) X^DX^D e X^dY

c) X^DX^D e X^dY

b) X^DX^d e X^dY

d) X^DX^d e X^DY

202. Assinale a alternativa correta:

a) Todo homem daltônico é filho de homem daltônico.

b) Toda mulher daltônica é filha de homem daltônico.

c) Toda mulher daltônica é filha de mulher daltônica, não importando o pai.

d) Toda mulher daltônica terá, em se casando com homem normal, 50% de filhos normais e 50% dos filhos daltônicos.

203. Mulher de visão normal, filha de pai daltônico, casa-se com homem de visão normal cujo pai era daltônico. Qual a descendência esperada?
- a) $X^D X^D$; $X^D Y$; $X^D X^d$ c) $X^D X^d$; $X^D Y$
b) $X^D X^d$; $X^d Y$; $X^D Y$; $X^D X^D$ d) $X^D Y$; $X^d Y$; $X^D X^D$; $X^d X^d$
204. Para que um hemofílico nunca tenha filhos hemofílicos, deverá:
- a) casar-se com mulher de fenótipo igual ao seu, porém de genótipo diferente
b) sempre terá filhos hemofílicos
c) casar-se com mulher normal homozigota
d) casar-se com mulher normal, porém portadora do gene para hemofilia
205. Do cruzamento de um hemofílico com uma portadora nascem filhos hemofílicos na mesma proporção que do cruzamento de um normal com uma portadora, porque:
- a) o indivíduo hemofílico não depende do cromossomo X da mãe
b) os filhos receberão do pai o **cromossomo Y** e a mãe irá contribuir com o **cromossomo X**
c) a herança depende do cromossomo X e não do Y
d) as alternativas b e c são corretas
206. Um casal normal para hemofilia teve um filho hemofílico. Podemos afirmar que:
- a) o avô paterno era hemofílico c) a mãe é hemofílica
b) a mãe é portadora d) o pai é heterozigoto
207. Para que um homem seja daltônico, é necessário que:
- a) a mãe seja daltônica ou portadora c) a mãe seja portadora
b) o pai seja daltônico d) n.d.a.
208. Uma mulher normal casada com um hemofílico tem uma filha normal, um filho daltônico e um filho hemofílico. Os genótipos da mulher e do marido são (deixamos de representar o gene dominante para normalidade):
- a) $X^d X$ e $H_h Y$ c) $X^d X_h$ e $X_h Y$
b) $X^d Y$ e XY_h d) $X^d X_H$ e $H_h^d Y$
209. A mulher que tem pai normal e filho daltônico apresenta o seguinte genótipo:
- a) $X^D X^d$ c) $X^D X^D$
b) $X^d X^d$ d) $X^D Y_d$
210. Uma mulher daltônica casa-se com homem hemofílico e têm um filho daltônico e hemofílico e uma filha portadora do gene para daltonismo. O genótipo do casal é:
- a) $X_d^H X_d^h$ e $X_D^h Y$ c) $X_d^H X_d^h$ e $X_d^h Y$
b) $X_d^H X_d^H$ e $X_d^H Y$ d) $X_d^h X_d^h$ e $X_D^h Y$

V – TEORIA CROMOSSÔMICA DA HEREDITARIEDADE

Em 1910, Thomas Hunt Morgan e colaboradores, a par do mecanismo da hereditariedade e face a resultados obtidos que contrariavam os princípios mendelianos, propuseram, para a explicação de seus resultados, o seguinte:

Como existem **muitos caracteres** a serem transmitidos **com pequeno número** de cromossomos em cada espécie, podemos imaginar que cada cromossomo não pode ser o responsável pela transmissão de um único caráter, devendo ser portador de vários fatores genéticos (genes) para diferentes caracteres. Cada gene ocuparia um lugar constante no cromossomo em que se encontra, isto é, cada gene teria o seu próprio **locus**.

1. Ligação fatorial ou vinculação ("linkage")

Os genes situados em um mesmo cromossomo estão ligados ou vinculados. Portanto, tais genes não poderão oferecer todos os tipos de combinação previstos por Mendel em sua 2.^a lei, devendo ser transmitidos juntos.

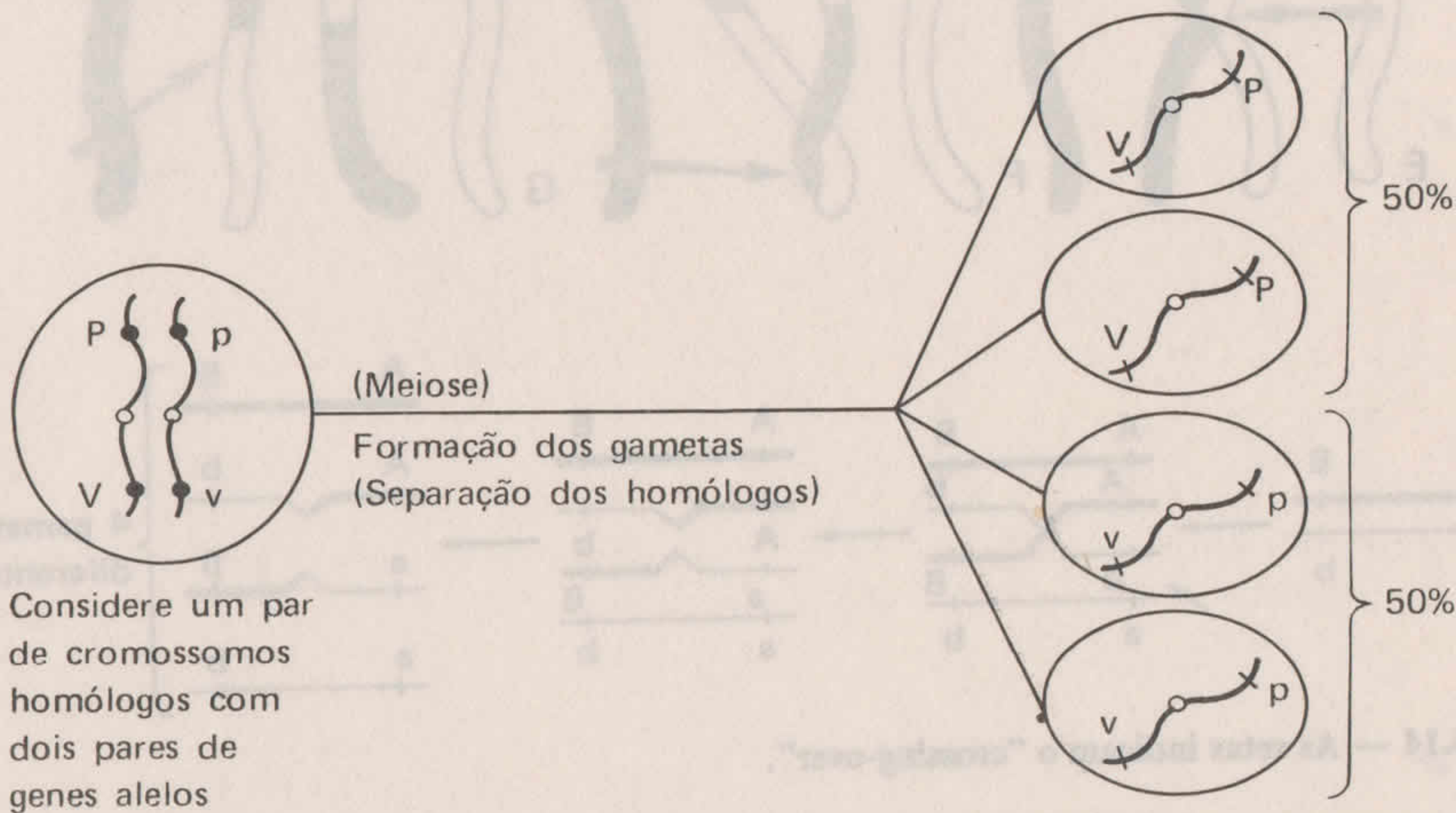


Fig. 4.13 — Ligação fatorial.

Observe que os **genes ligados** (em um mesmo cromossomo) são transmitidos juntos, obtendo-se a formação de apenas **dois** tipos diferentes de gametas (**PV** 50% e **pv** 50%), não ocorrendo a formação de gametas **Pv** e **pV** previstos na 2.^a lei de Mendel.

2. Permutação ("crossing-over")

Os genes vinculados (ligados) podem separar-se pelo fenômeno que ocorre durante a prófase I da meiose. A separação destes genes recebe o nome de **permutação** ou "**crossing-over**". Tal processo consiste na troca de partes de cromossomos entre os homólogos.

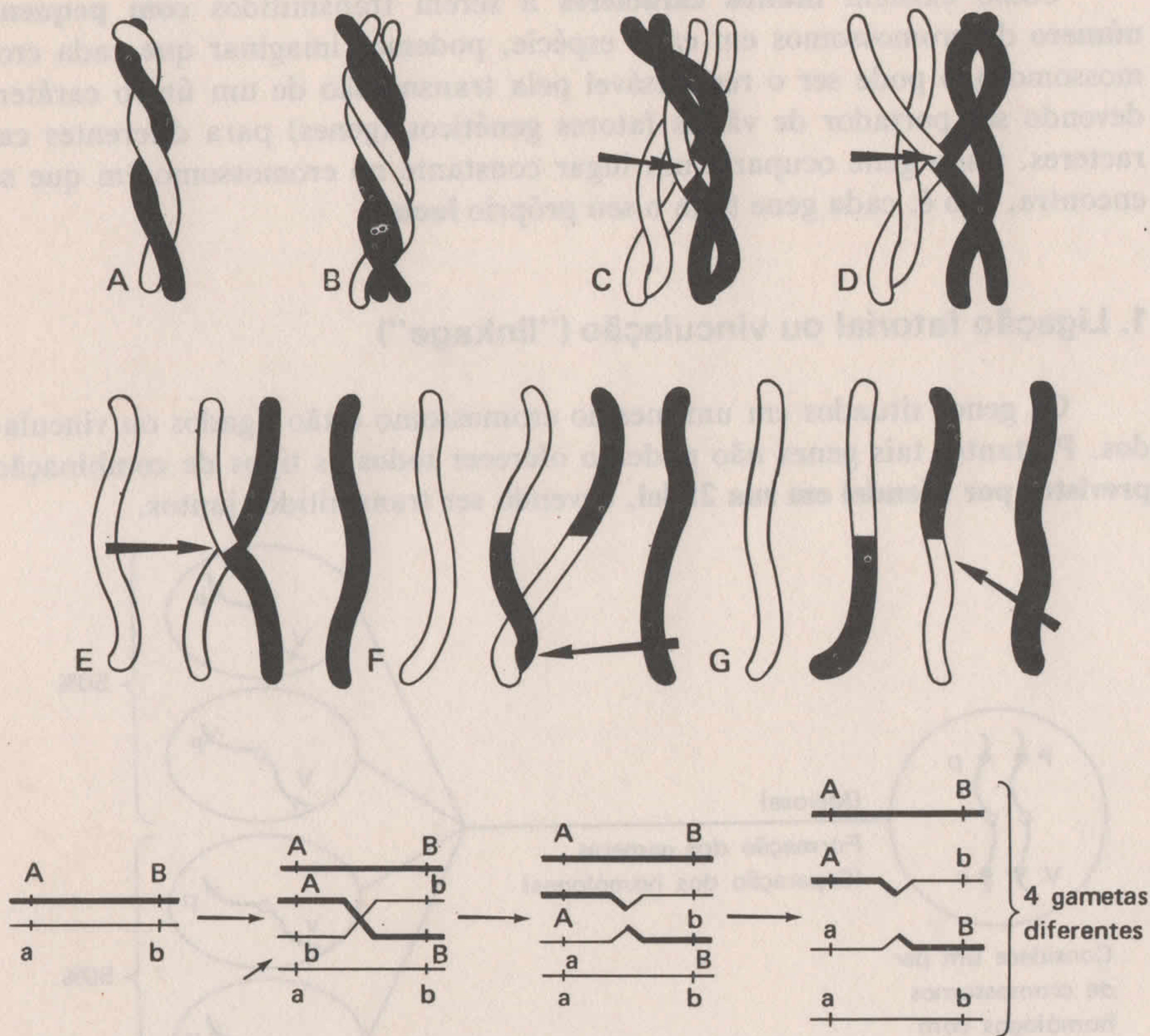


Fig. 4.14 — As setas indicam o “crossing-over”.

Como podemos observar, com a ocorrência da permutação, teremos novas combinações gênicas, voltando desta forma a obter as combinações previstas por **Mendel**. Contudo, a ocorrência de **permutação** é obra do acaso é, portanto, não ocorre necessariamente em todos os cromossomos, o que significa dizer que, os **gametas permutantes** aparecem em menor quantidade que os não permutantes e dependem da taxa de permutação, que é inferior a 50%.

VI — TRABALHOS DE MORGAN

Em **Drosophila melanogaster** (mosca dos frutos), analisando a transmissão de dois caracteres (cor do corpo e tipo de asa), Morgan, considerando a convenção abaixo, realizou cruzamentos, obtendo os seguintes resultados (já era conhecida a relação de dominância):

P = gene para corpo cinzento
p = gene para corpo preto
V = gene para asas longas
v = gene para asas vestigiais

O gene (**P**) para corpo cinzento é dominante sobre o gene (**p**) para corpo preto enquanto que (**V**), gene para asas longas, é dominante sobre (**v**), gene para asas vestigiais.

Considerando agora que estes genes se situem em um mesmo cromossomo e cruzando-se machos de **corpo cinza e asas vestigiais** com fêmea de **corpo preto e asas longas**, homozigóticos para os dois caracteres, obteremos, em **F₁**, 100% dos descendentes com **corpo cinza e asas longas**, resultado que confirma o esperado.

O cruzamento poderá ser assim representado:

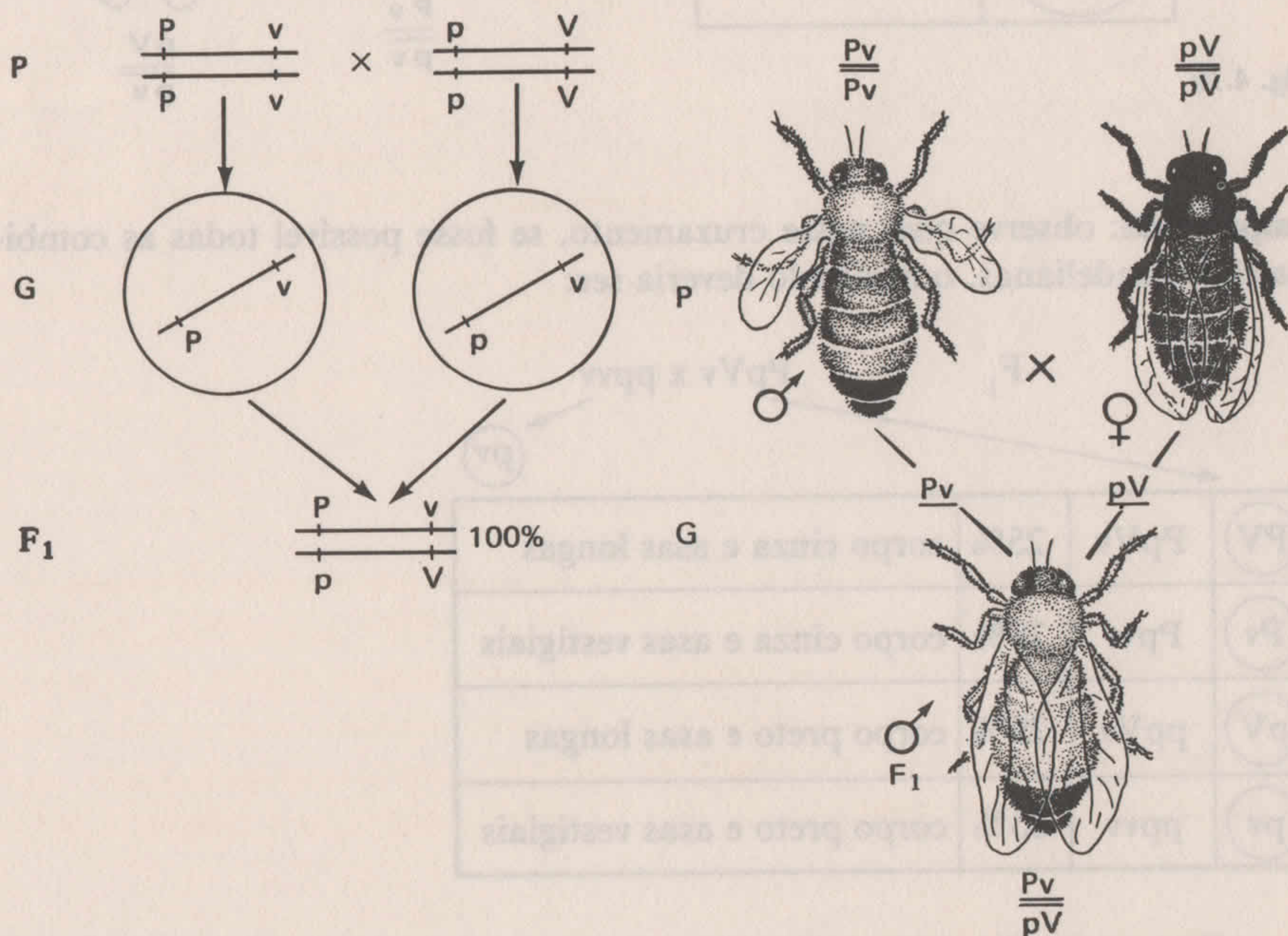


Fig. 4.15

O **retrocruzamento** dos descendentes obtidos no cruzamento anterior deverá fornecer: 50% corpo preto e asas longas e 50% corpo cinza e asas vestigiais. Vejamos o cruzamento:

Vejam os o cruzamento

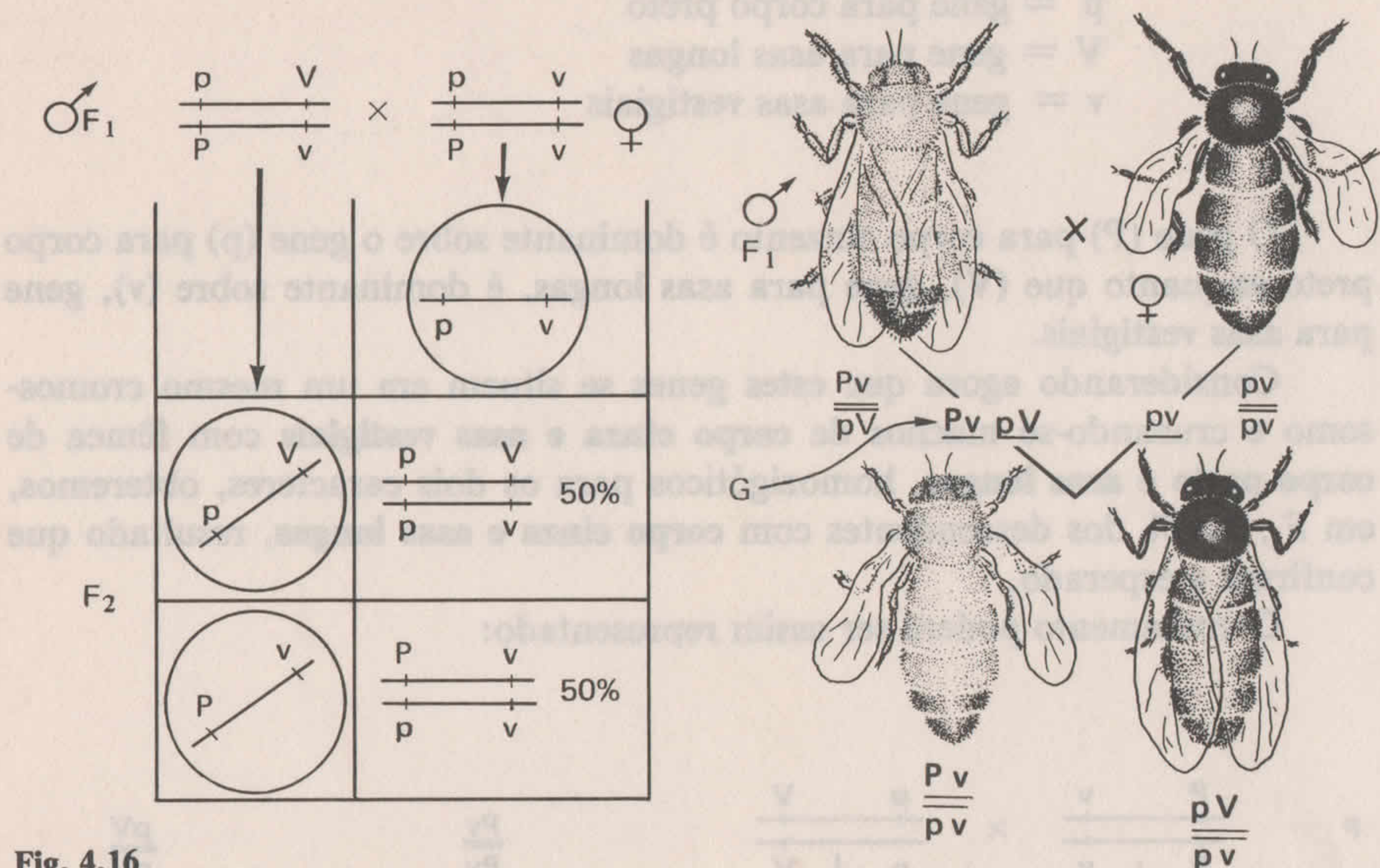


Fig. 4.16

Importante: observe que, nesse cruzamento, se fosse possível todas as combinações mendelianas, o resultado deveria ser:

F_1 $PpVv \times ppvv$

PV	$PpVv$	25%	corpo cinza e asas longas
Pv	$Ppvv$	25%	corpo cinza e asas vestigiais
pV	$ppVv$	25%	corpo preto e asas longas
pv	$ppvv$	25%	corpo preto e asas vestigiais

Este resultado, que seria o esperado, não foi observado por Morgan. Tal experiência reforçou a idéia de que os genes para cor de corpo e tipo de asa são transmitidos juntos por estarem ligados, isto é, por estarem em um mesmo cromossomo.

No retrocruzamento acima, Morgan utilizou machos de F_1 com fêmeas birrecessivas; contudo, observou que, se o retrocruzamento fosse realizado

com machos birrecessivos e fêmeas de F_1 , apareciam na geração F_2 os quatro fenótipos previstos por Mendel, porém em proporções diferentes. Morgan obteve em F_2 as quatro variedades fenotípicas nas seguintes porcentagens:

- 41,5% — moscas de corpo cinza e asas vestigiais
- 41,5% — moscas de corpo preto e asas longas
- 8,5% — moscas de corpo preto e asas vestigiais
- 8,5% — moscas de corpo cinza e asas longas

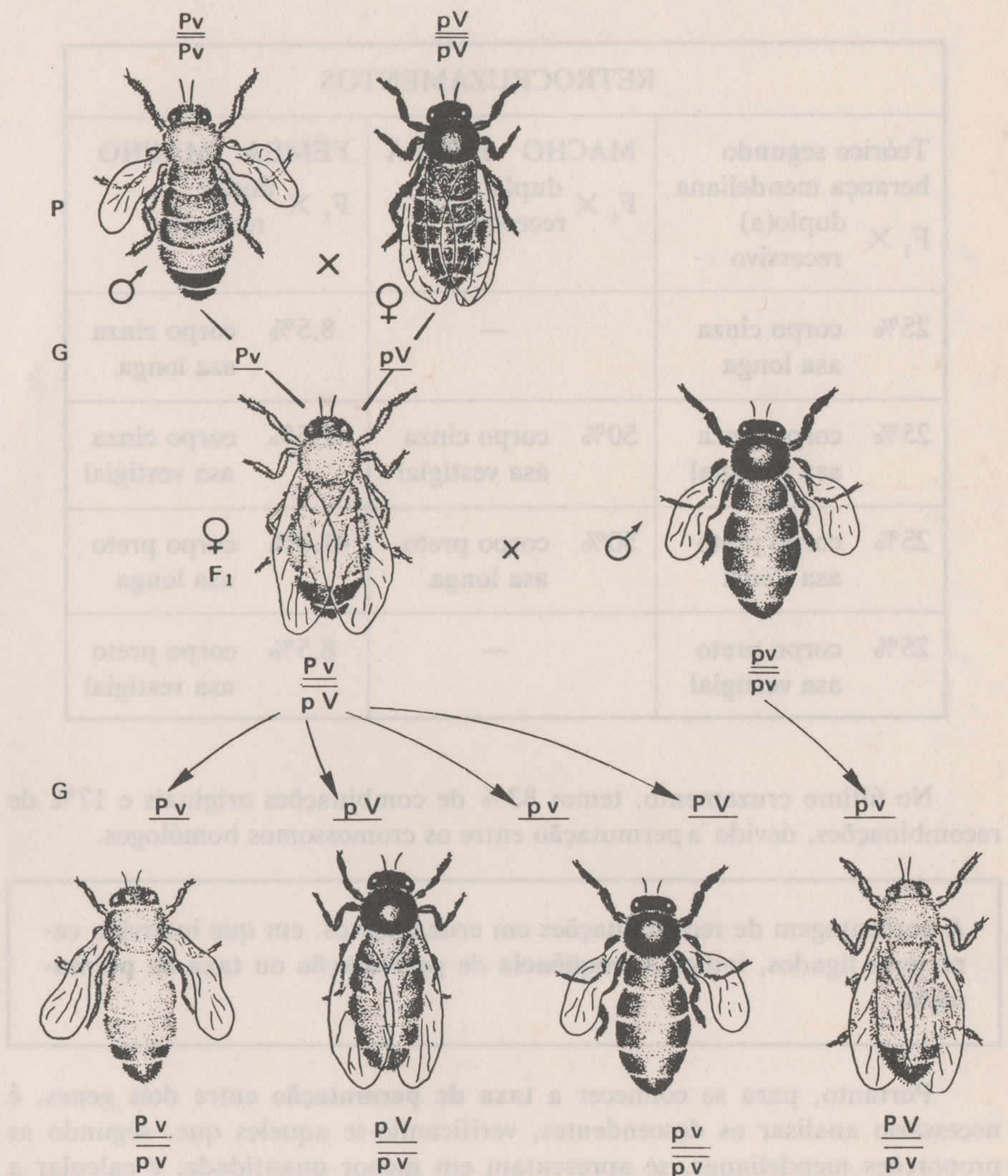


Fig. 4.17 — Ligamento fatorial incompleto em fêmeas de *Drosophila*.

Como explicar tais resultados cujas proporções não correspondiam às proporções previstas por Mendel?

Morgan admitiu que os genes para cor do corpo e tipo de asas se encontram realmente em um mesmo cromossomo. Durante a gametogênese (ovogênese) das fêmeas, porém, teria ocorrido o fenômeno de **permutação** (“crossing-over”). A consequência da permutação seria a formação de novos gametas, não esperados, segundo a teoria da **ligação fatorial** (“linkage” ou vinculação).

Resumindo os resultados dos cruzamentos anteriores, tivemos:

RETROCRUZAMENTOS		
Teórico segundo herança mendeliana $F_1 \times$ duplo(a) recessivo	MACHO FÊMEA $F_1 \times$ dupla recessiva	FÊMEA MACHO $F_1 \times$ duplo recessivo
25% corpo cinza asa longa	—	8,5% corpo cinza asa longa
25% corpo cinza asa vestigial	50% corpo cinza asa vestigial	41,5% corpo cinza asa vestigial
25% corpo preto asa longa	50% corpo preto asa longa	41,5% corpo preto asa longa
25% corpo preto asa vestigial	—	8,5% corpo preto asa vestigial

No último cruzamento, temos 83% de combinações originais e 17% de recombinações, devido à permutação entre os cromossomos homólogos.

A porcentagem de recombinações em cruzamentos, em que intervêm caracteres ligados, indica a **frequência de permutação** ou **taxa de permutação**.

Portanto, para se conhecer a **taxa de permutação** entre dois genes, é necessário analisar os descendentes, verificando-se aqueles que, segundo as proporções mendelianas, se apresentam em menor quantidade, e calcular a porcentagem na qual eles aparecem e que corresponde à taxa de permutação.

$$\text{TAXA DE PERMUTAÇÃO} = \frac{\text{Nº DE PERMUTANTES}}{\text{TOTAL DE DESCENDENTES}} \times 100$$

Exemplo:

Considere que, em ervilhas, flores azuis. (V) dominam flores vermelhas (v) e pólen alongado (E) domine pólen esférico (e). Uma planta de flores azuis e pólen alongado (heterozigota) foi retrocruzada com uma planta de flores vermelhas e pólen esférico, produzindo:

44 flores azuis e pólen alongado
 300 flores azuis e pólen esférico
 304 flores vermelhas e pólen alongado
 40 flores vermelhas e pólen esférico

Calcular a **taxa de permutação**.

O cruzamento foi $VvEe \times vvee$ que, teoricamente, deveria fornecer descendentes nas mesmas proporções. Como flores azuis e pólen esférico e flores vermelhas e pólen alongado aparecem em maior quantidade, os genes **V** e **e**; **v** e **E** devem estar em um mesmo cromossomo. Logo, os descendentes flores azuis e pólen alongado e flores vermelhas e pólen esférico, que aparecem em menor número, são os permutantes. Assim, temos:

$$\frac{44 + 40}{44 + 300 + 304 + 40} \times 100 = \frac{84}{100} \times 100 = 12,2\%$$

a taxa de permuta é de **12,2%**.

VII — MAPAS GENÉTICOS

A **frequência de permutação** entre dois genes ligados é constante, pois cada gene possui um “locus” definido em seu cromossomo. Baseando-se nas taxas de permutação, é possível demonstrar suas posições relativas distribuídas linearmente ao longo dos cromossomos, construindo-se, desta forma, os mapas genéticos.

Para a construção dos mapas genéticos, devemos saber:

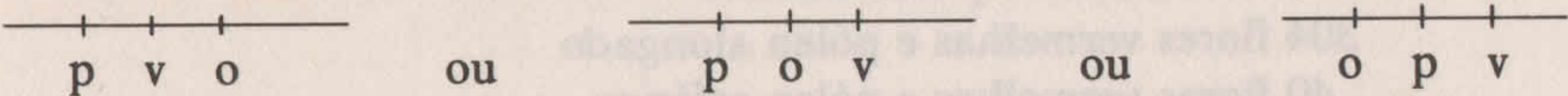
- 1º Quais os genes que estão no mesmo cromossomo.
- 2º A “distância” entre os genes, que é uma distância relativa, sendo determinada em função da taxa de permutação, ou seja, quanto maior a distância entre os genes maior será a taxa de permutação. Esta distância é denominada **morganídeo** ou **unidade genética de distância**, correspondendo a uma distância entre dois genes tal que entre eles ocorra **1% de permutações**.

Exemplo:

Se a taxa de permutação entre dois genes quaisquer for igual a 19%, isto significa que a distância entre estes genes é de 19 morganídeos ou 19 unidades genéticas de distância.

Na *Drosophila*, podemos dizer que o gene para **cor do corpo** e **tipo de asa** estão a uma distância de 17 morganídeos, pois apresentam uma taxa de permutação de 17%.

- p = gene para cor de corpo
- v = gene para tipo de asa
- o = gene para olhos púrpura



Para determinarmos sua posição precisamos determinar a taxa de permutação com os outros genes. Supondo que o gene o para olhos púrpura apresente 6% de permutação com o gene p para cor de corpo e 11% de recombinação com o gene para tipo de asa v, logo sua localização será:

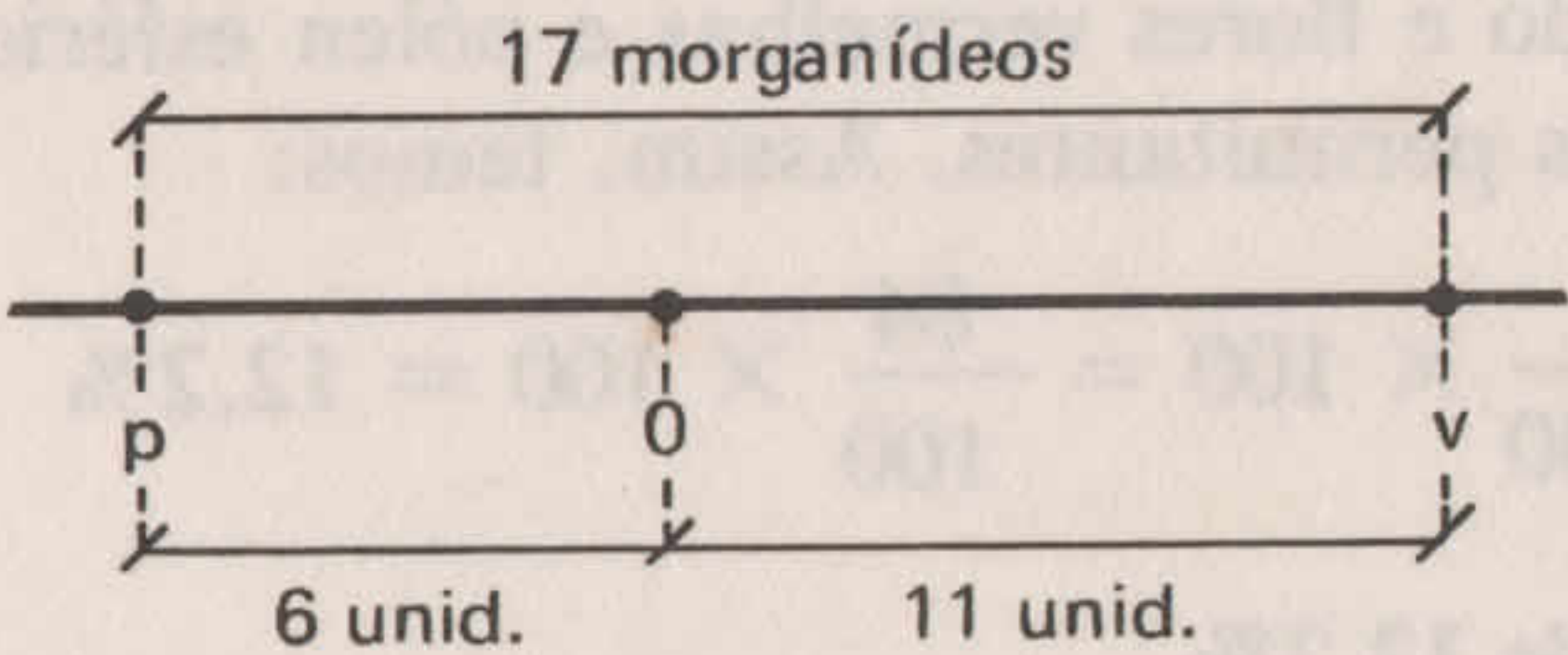
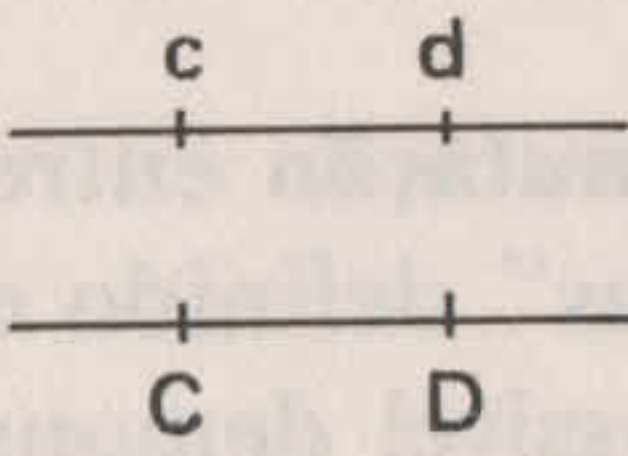

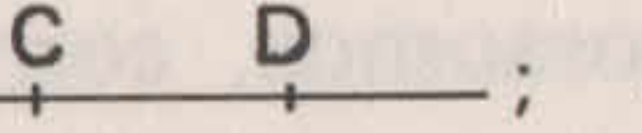

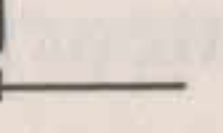

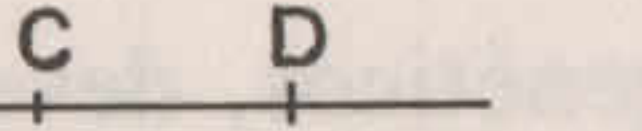
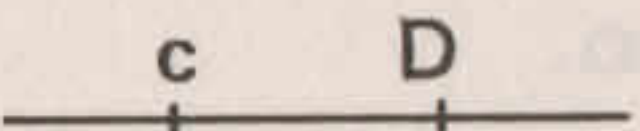
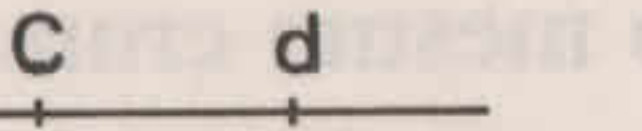




Fig. 4.18

TESTES

211. O indivíduo com o seguinte genótipo  produz, desde que não ocorra “crossing-over”, os seguintes gametas:
- a)  ;  ;  ; 
 - b)  e 
 - c)  e 
 - d)  e 
212. Em relação ao exercício anterior, qual a porcentagem de cada gameta?
- a) 25%
 - b) 50%
 - c) 100%
 - d) n.d.a.

213. Ainda em relação ao mesmo exercício, se considerarmos a ocorrência de permutação entre **C** e **D** em 30% dos casos, quais os gametas que produzirá e em que porcentagem?

a) $\frac{c}{+} \frac{d}{+}$ 35% ; $\frac{C}{+} \frac{D}{+}$ 35% ; $\frac{c}{+} \frac{D}{+}$ 15% e $\frac{C}{+} \frac{d}{+}$ 15%

b) $\frac{c}{+} \frac{d}{+}$ 25% ; $\frac{C}{+} \frac{D}{+}$ 25% ; $\frac{c}{+} \frac{D}{+}$ 25% e $\frac{C}{+} \frac{d}{+}$ 25%

c) $\frac{c}{+} \frac{d}{+}$ 50% e $\frac{C}{+} \frac{D}{+}$ 50%

d) $\frac{c}{+} \frac{d}{+}$ 50% e $\frac{c}{+} \frac{D}{+}$ 50%

$\frac{+}{C} \frac{+}{D}$ $\frac{+}{C} \frac{+}{d}$

214. Assinale a alternativa **correta**:

- a) Quanto maior a taxa de permuta entre dois gametas maior é a distância que os separa.
- b) A permutação não é importante, pois permite a formação de indivíduos inéditos.
- c) A taxa de permutação é diretamente proporcional à distância entre os genes.
- d) Todas são corretas.

215. Se a taxa de permutação entre dois genes for de 25%, qual a distância relativa entre eles:

- a) 25 morganídeos
- b) 75 unidades genéticas de distância
- c) 12,5 unidades genética de distância
- d) impossível de se saber sem a caracterização dos genes

Um indivíduo com o genótipo **AABB** foi cruzado com outro de genótipo **aabb**; o híbrido resultante produziu os seguintes gametas:

(**AB**) 582; (**Ab**) 172; (**aB**) 169 e (**ab**) 577

Em relação ao texto acima, responda os testes de 216 a 219.

216. A 2ª lei de Mendel foi confirmada em todos os seus aspectos?

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Sim, pois obtivemos os quatro tipos de gametas previstos, embora em proporções diferentes das proporções mendelianas.
- d) Não, pois não se esperava quatro tipos diferentes de gametas através da 2ª lei.

217. Os genes **A** ou **a** e **B** e **b** estão separados?

- a) Sim.
- b) Não.
- c) Sim, pois obtivemos todas as combinações possíveis.
- d) n.d.a.

218. Assinale a **incorreta**:

- a) Os genes **A** ou **B** ou **a** e **b** estão em um mesmo cromossomo.
- b) Entre os genes **A** ou **a** e **B** ou **b** houve permutação.
- c) A alternativa a está correta, porém houve permutação.
- d) A proporção de gametas não foi mendeliana, pois os dominantes sempre aparecem em maior número.

219. Qual a distância entre **A** e **B**?

- a) 25 morganídeos
- b) 20 unidades
- c) 22,7 morganídeos
- d) n.d.a.

EVOLUÇÃO

CAPÍTULO

5

I – CONCEITO

Entendemos por evolução as modificações que os seres vivos sofreram através dos tempos, culminando nas atuais formas de vida, que se originaram de ancestrais com características diferentes.

II – ADAPTAÇÃO

Observando os seres vivos, percebemos que se encontram adaptados ao ambiente em que vivem, isto é, estão integrados ao meio. Os seres vivos estão adaptados ao ambiente de diversas formas:

1. **Adaptação morfológica** — são modificações na estrutura do organismo. Exemplo: as transformações das folhas em espinhos no cactus.
2. **Adaptação fisiológica** — são modificações no funcionamento dos órgãos ou aparelhos. Exemplo: a resistência de alguns insetos ao DDT.
3. **Adaptação comportamental** — são modificações temporárias. Exemplo: a mudança das cores das penas de algumas aves no período de reprodução.

Tentativas para explicar a evolução dos seres vivos e a sua adaptação ao ambiente surgiram já na Grécia Antiga com os filósofos.

Não é objetivo deste livro discutir todas as idéias sobre evolução, mas as consideradas mais importantes, como as teorias de Jean Baptiste Lamarck, Charles Darwin e o Neodarwinismo.

III — JEAN BAPTISTE LAMARCK

O primeiro a propor uma teoria bem elaborada sobre as **modificações que os seres vivos apresentam no decorrer dos tempos (Evolução)** foi Jean Baptiste Lamarck no início do século XIX. Ela pode ser assim resumida:

Lei do uso e desuso: o meio ambiente se modificando cria novas necessidades aos seres vivos, que se “esforçam” a fim de se adaptarem a elas. Em resposta ao “esforço”, órgãos ou estruturas podem se desenvolver. Se a modificação do ambiente passa a não exigir mais a ação de certos órgãos ou estruturas, estas tendem a se atrofiar. Portanto, o uso provoca o desenvolvimento e o desuso, o atrofiamento.

Herança dos caracteres adaptativos adquiridos: as modificações adaptativas dos seres vivos, provocadas pelo uso e desuso, seriam transmitidas aos descendentes e, com isto, os seres seriam diferentes de geração a geração e de ambiente para ambiente.

Um exemplo: os ancestrais da girafa apresentavam pescoço curto e se alimentavam de brotos de plantas de pequeno porte.

No decorrer do tempo, os vegetais foram se tornando maiores, obrigando as girafas a “esticarem” o pescoço para conseguirem alimentos.

Este exercício no dia a dia provocava o desenvolvimento do pescoço, tornando-o mais longo. Esta característica (pescoço mais longo), adquirida durante a vida, foi transmitida para os descendentes.

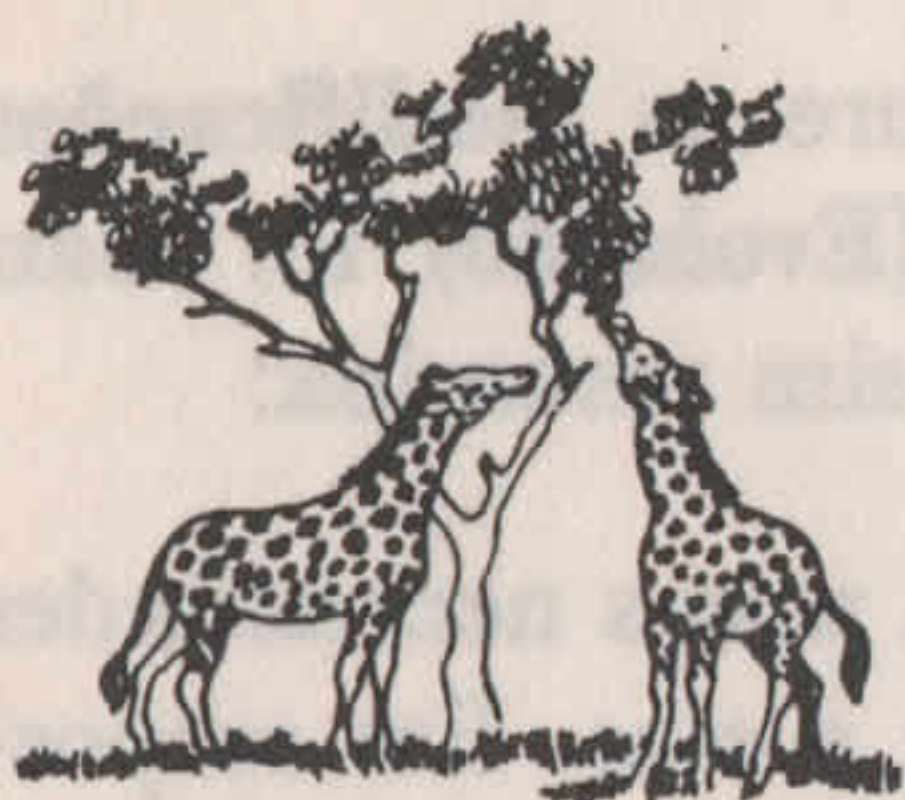
IV — CHARLES DARWIN

Em meados do século XIX, o naturalista Charles Darwin publicou os resultados de suas observações, cujos pontos principais são:

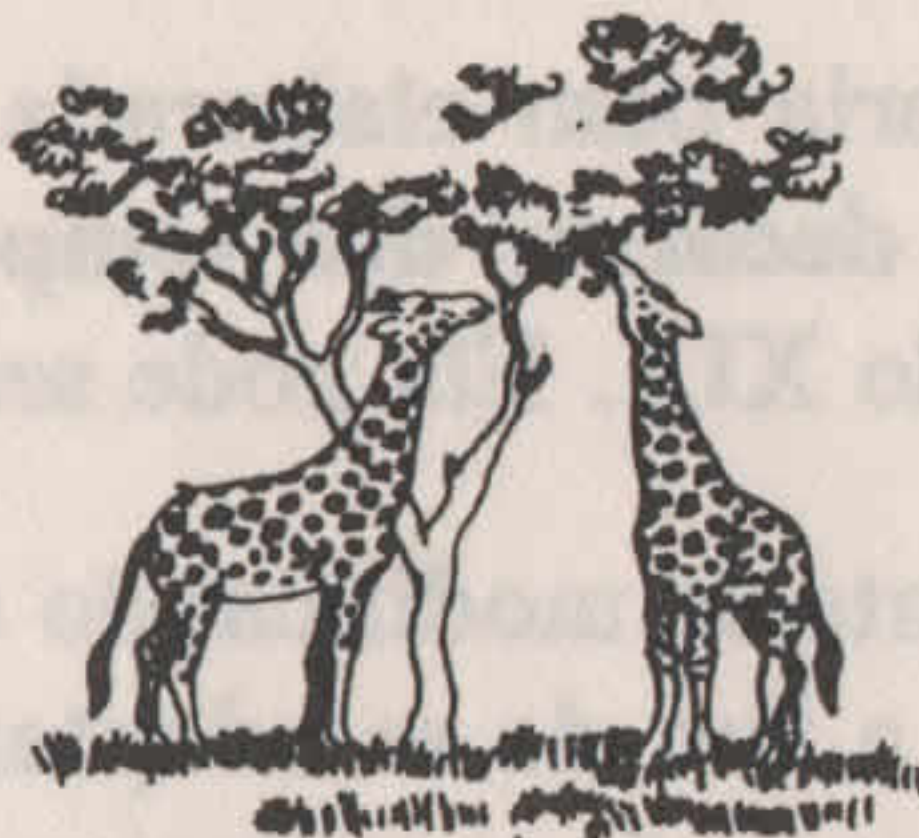
- a) os indivíduos de uma população podem apresentar muitas variações (**variabilidade de características**)
- b) as populações tendem a produzir descendentes em número maior do que pode sobreviver
- c) os descendentes competem pelo mesmo ambiente (**luta pela sobrevivência**)
- d) os organismos mais aptos, dentre os descendentes, são os que sobrevivem (**seleção natural**)

Então, segundo Darwin, a **evolução dos seres vivos** seria explicada pela variação de características, competição pela sobrevivência e conseqüente seleção natural

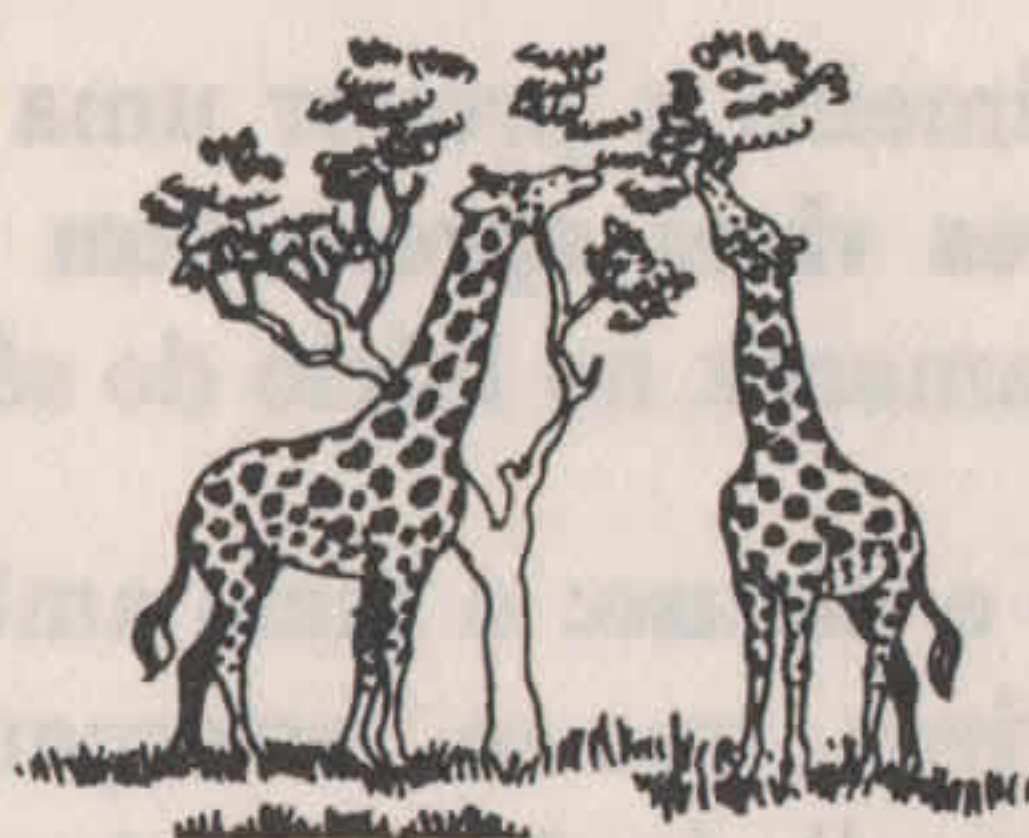
Uma maneira tradicional de comparar as teorias de Darwin e Lamarck se faz através da explicação do pescoço longo da girafa:



As girafas ancestrais provavelmente tinham pescoços curtos que eram submetidos a freqüentes distensões para capacitá-las a alcançar a folhagem das árvores.

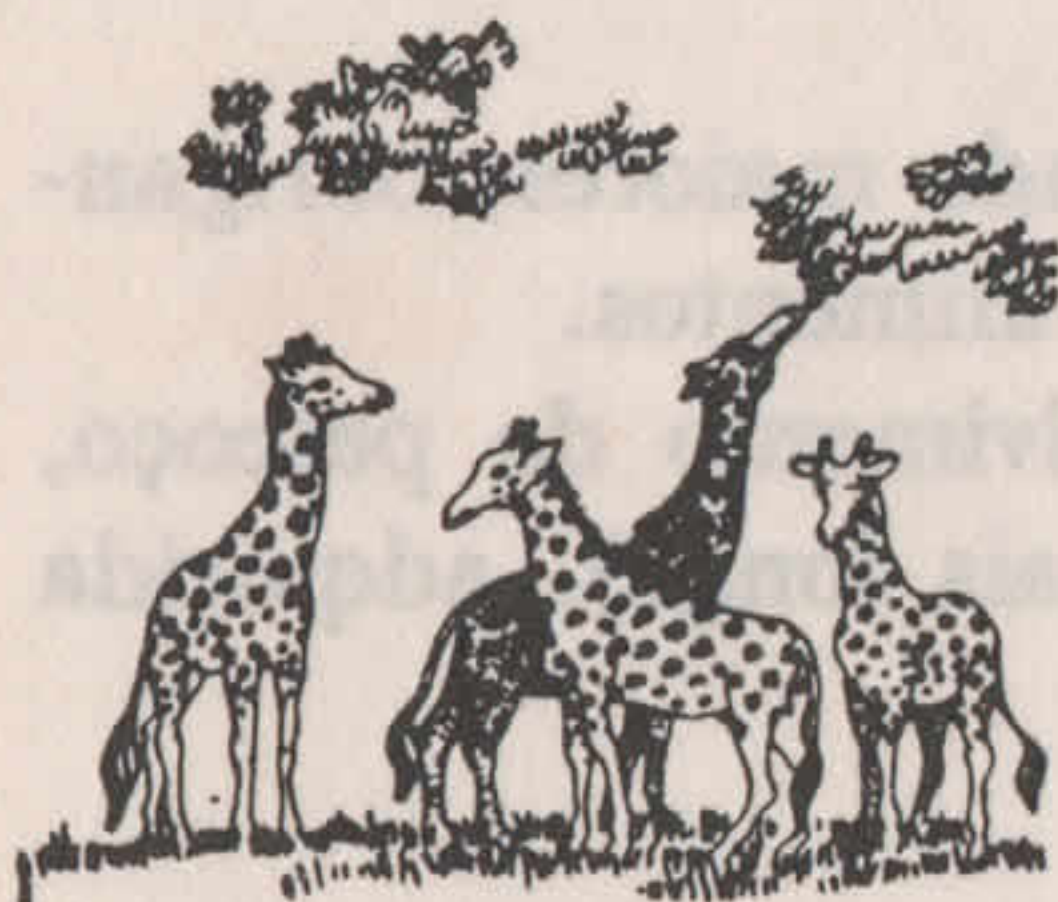


Os descendentes apresentam pescoços mais longos, que são também esticados freqüentemente na procura de alimento.

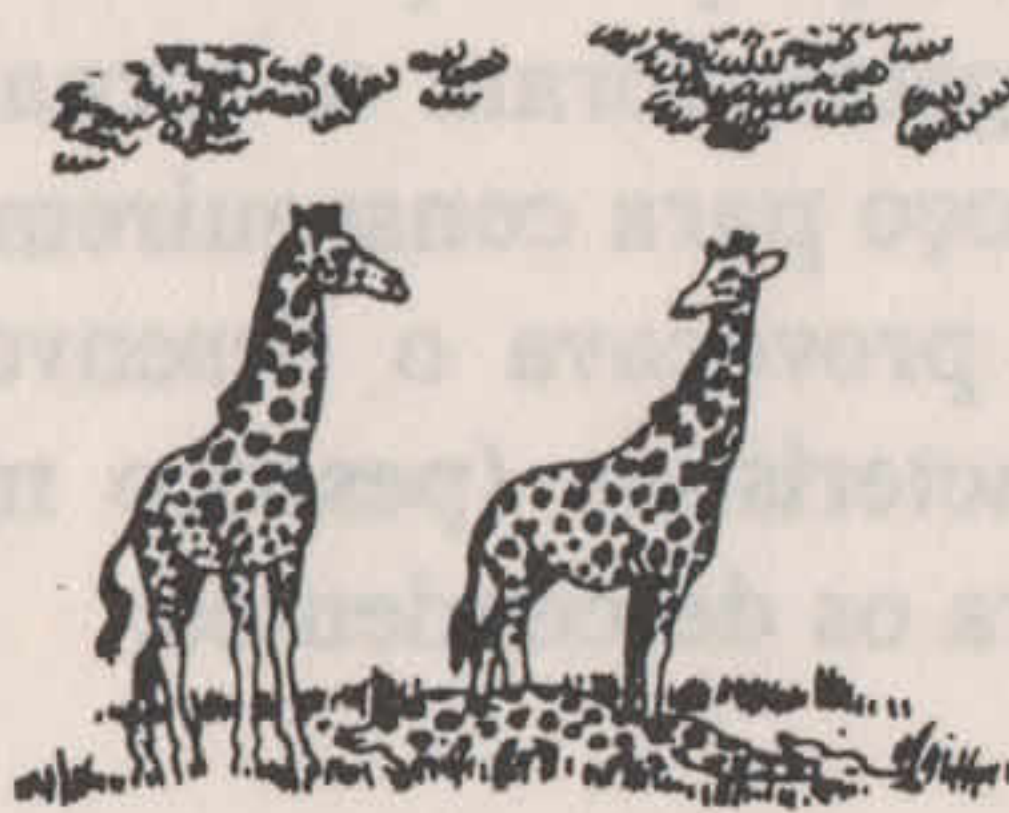


Finalmente o contínuo esticamento do pescoço deu origem às modernas girafas.

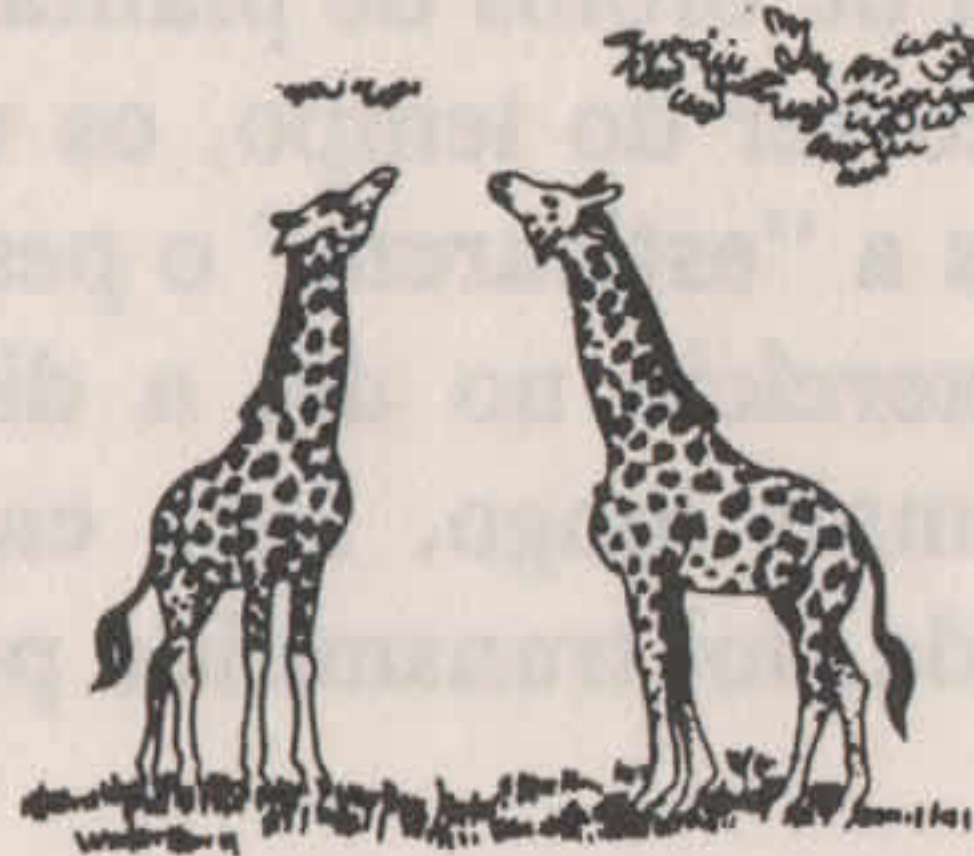
Os fatos conhecidos não sustentam a teoria de Lamarck



As girafas ancestrais provavelmente apresentavam pescoços de comprimentos variáveis. As variações eram hereditárias. (Darwin não conseguiu explicar a origem das variações.)



Competição e seleção natural levam à sobrevivência dos descendentes de pescoços longos às expensas dos de pescoços curtos.



Finalmente apenas as girafas de pescoços longos sobreviveram à competição.

Fatos conhecidos sustentam a teoria de Darwin

Fig. 5.1 — Ilustração mostrando como a origem do longo pescoço da girafa é explicada de acordo com a teoria de Lamarck da herança das modificações adquiridas, atualmente desacreditada, e de acordo com a teoria de Darwin da seleção natural, geralmente aceita. De *Biological Science: An Inquiry into Life* (Harcourt Brace and World).

V — NEODARWINISMO

O livro **Origem das Espécies**, publicado por Charles Darwin em 1859, foi muito criticado porque ele, ao explicar a sua teoria, não conseguia en-

contrar a causa da variabilidade de características (não se conhecia a meiose, a recombinação genética, a mutação, a genética). A biologia moderna encontrou facilmente a causa: **mutações e recombinação genética**. Com esses novos dados, foi possível completar a **Teoria da Evolução** de Charles Darwin, que recebeu o nome de neodarwinismo. A teoria moderna da evolução reconhece os seguintes processos:

- a) mutação gênica, variações na estrutura e número de cromossomos, recombinação genética (constituem os fatores responsáveis pela variabilidade de características)
- b) competição pela sobrevivência
- c) seleção natural
- d) isolamento reprodutivo

Comparando a teoria de Darwin com a de Lamarck sobre a evolução, podemos citar como diferença principal entre as duas a ação do meio ambiente sobre os seres vivos. Segundo Lamarck, o ambiente provoca as **modificações** que se tornam hereditárias nos seres; segundo Darwin, os seres já nascem com as variações (por mutação e recombinação gênica), que serão selecionadas de acordo com o ambiente.

VI — EVIDÊNCIAS DA EVOLUÇÃO

- a) **Fossilização** — entende-se por fóssil qualquer vestígio de um organismo que viveu em épocas remotas. Os fósseis são evidências da evolução uma vez que nos permitem reconstituir a história de muitos organismos: como viveram, como se modificaram e como teriam originado novos grupos.
- b) **Proteínas** — os bioquímicos desenvolveram um processo pelo qual é possível o estudo do grau de semelhança entre as proteínas de espécies diferentes. Com isto, percebeu-se que espécies, aparentemente distintas, possuem proteínas em comum.
- c) **Anatomia comparada** — organismos adaptados a tipos de vida diferentes apresentam o mesmo plano de organização. Exemplo:

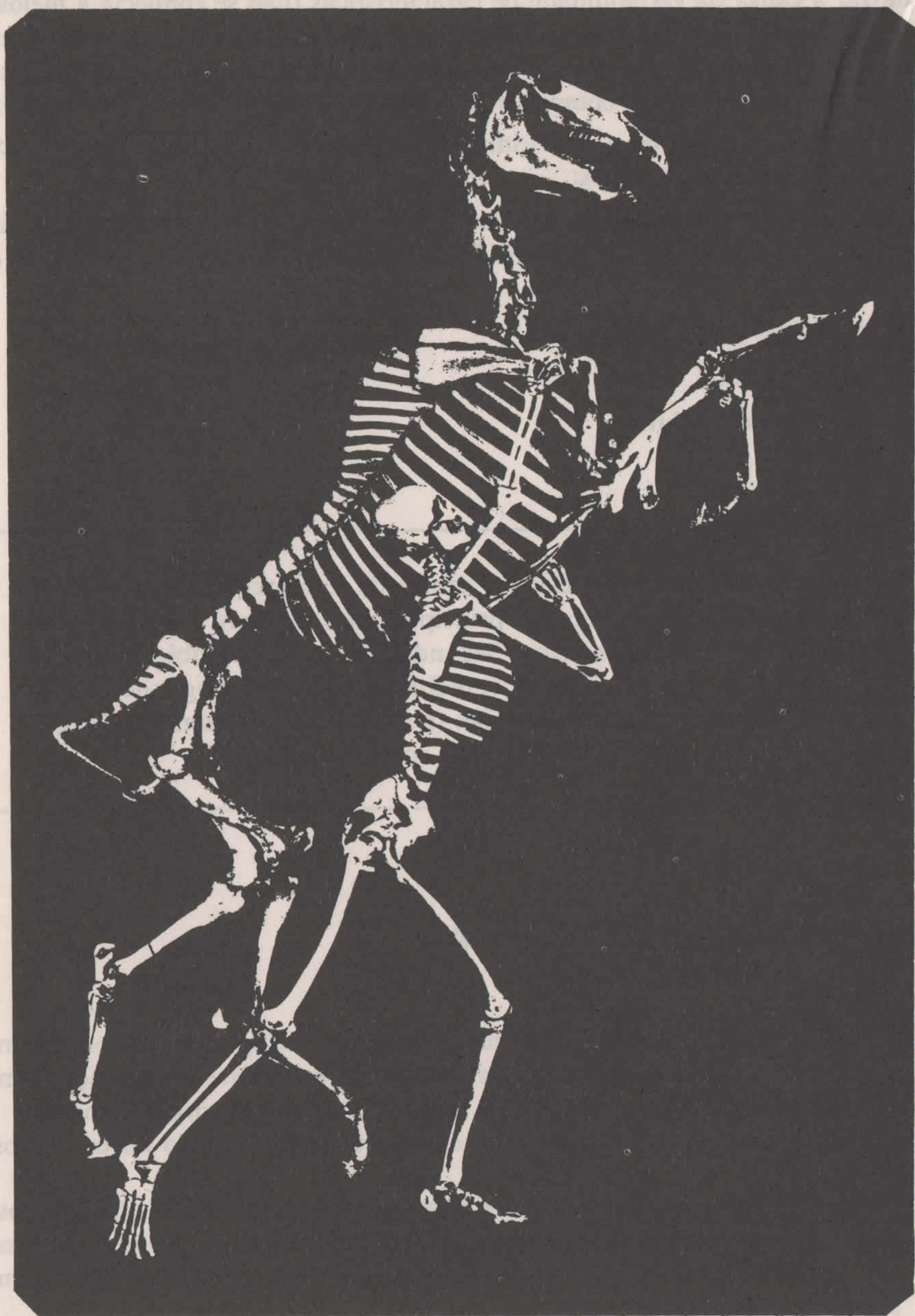


Fig. 5.2 — As analogias de estrutura entre um esqueleto de cavalo e um esqueleto humano são notáveis e se justificam por uma origem ancestral comum. (American Museum of Natural History, New York).

d) **Estruturas vestigiais** — como explicar a presença de órgãos ou estruturas vestigiais em quase todas as espécies?

São estruturas reduzidas, com funções insignificantes, semelhantes a outras que são eficientes, encontradas em espécies próximas. Exemplo: o apêndice vermiforme no homem.

e) **Desenvolvimento embrionário** — é a evidência de um ancestral comum entre espécies de animais que, quando adultos, são bastante diferentes, apresentando, porém, uma incrível semelhança de desenvolvimento embrionário.

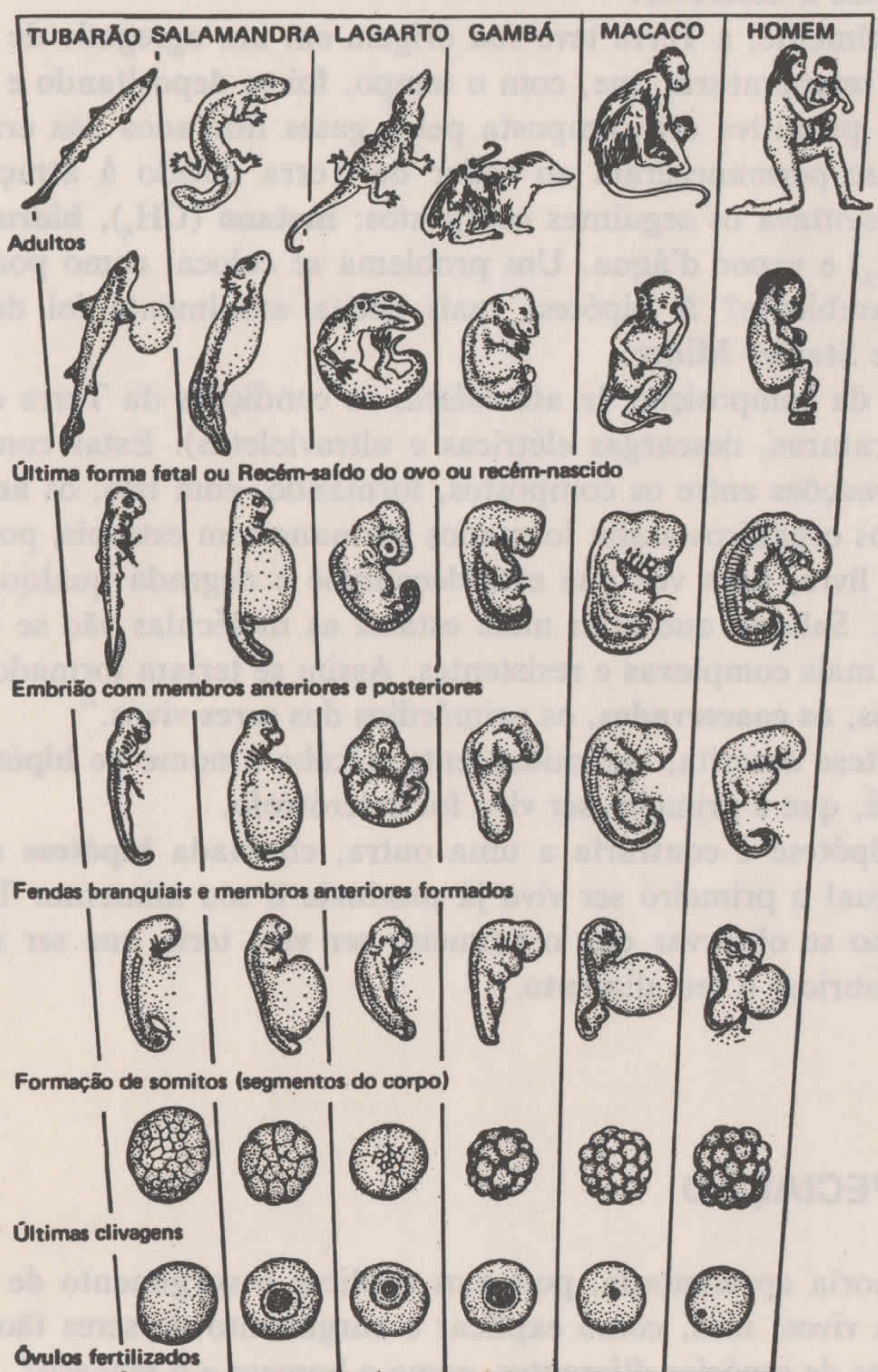


Fig. 5.3 — Comparação dos desenvolvimentos embrionários. (Extraído, com modificação, do livro de Gregory, W. K., e M. Roigneau, *Introduction to Human Anatomy*, American Museum of Natural History, 1934. Cortesia do American Museum of Natural History.)

VII — ORIGEM DOS SERES VIVOS

Através das teorias da evolução, notamos que os seres vivos, para se modificarem, precisam ter um ancestral, o que implica em “**ser vivo surge de ser vivo**”. Esta idéia, hoje, é perfeitamente aceita, recebendo o nome de **biogênese**. O problema surge quando tentamos explicar a origem da vida na Terra.

Contrária é a idéia da **abiogênese**, segundo a qual os seres vivos podem surgir da matéria inanimada. A origem da vida na Terra admite a **abiogênese**, como passamos a descrever.

Provavelmente, a Terra teve sua origem em um agregado de poeira cósmica, à alta temperatura, que, com o tempo, foi se depositando e resfriando. A atmosfera primitiva era composta pelos gases liberados das erupções vulcânicas e que permaneceram ao redor da Terra devido à atração gravitacional. Apresentava os seguintes compostos: **metano** (CH_4), **hidrogênio** (H_2), **amônia** (NH_3) e vapor d'água. Um problema se coloca: como poderia surgir vida neste ambiente? A hipótese mais aceita atualmente foi demonstrada por Oparin e Stanley Miller:

“Além da composição da atmosfera, as condições da Terra eram extremas (temperaturas, descargas elétricas e ultravioletas). Estas condições permitiram as reações entre os compostos, formando, com isto, os **aminoácidos**. Os compostos orgânicos assim formados permaneciam estáveis, pois não existia oxigênio livre, uma vez que este decompõe e degrada qualquer substância orgânica. Sabe-se que num meio estável as moléculas vão se ordenando, tornando-se mais complexas e resistentes. Assim se teriam formado os primeiros agregados, os **coacervados**, os primórdios dos seres vivos.”

A hipótese descrita, resumidamente, recebe o nome de **hipótese heterotrófica**, isto é, que o primeiro ser vivo foi heterótrofo.

Esta hipótese é contrária a uma outra, chamada **hipótese autotrófica**, segundo a qual o primeiro ser vivo já produzia o seu alimento. Tal hipótese é rejeitada ao se observar que o primeiro ser vivo teria que ser muito complexo para fabricar o seu alimento.

VIII — ESPECIAÇÃO

Pela teoria apresentada, podemos explicar o surgimento de diversos tipos de seres vivos; mas, como explicar o surgimento de seres tão complexos e semelhantes de espécies diferentes, como o homem e o macaco?

Hoje, existe uma teoria que tenta explicar o surgimento de espécies diferentes a partir de um ancestral comum. Tal fenômeno recebe o nome de **especiação** e seu mecanismo envolve diversas etapas, a saber:

- a) uma população de determinada espécie que se reproduz sexuadamente ocupa uma determinada região;
- b) à medida que os indivíduos se reproduzem, geram outros com características diferentes (**variabilidade de características**);
- c) a produção de descendentes é muito grande, fazendo com que a população cresça muito e com deficiências alimentares. Segundo Malthus, uma população cresce em P.G. (progressão geométrica) e a produção de alimento para esta população, em P.A. (progressão aritmética);

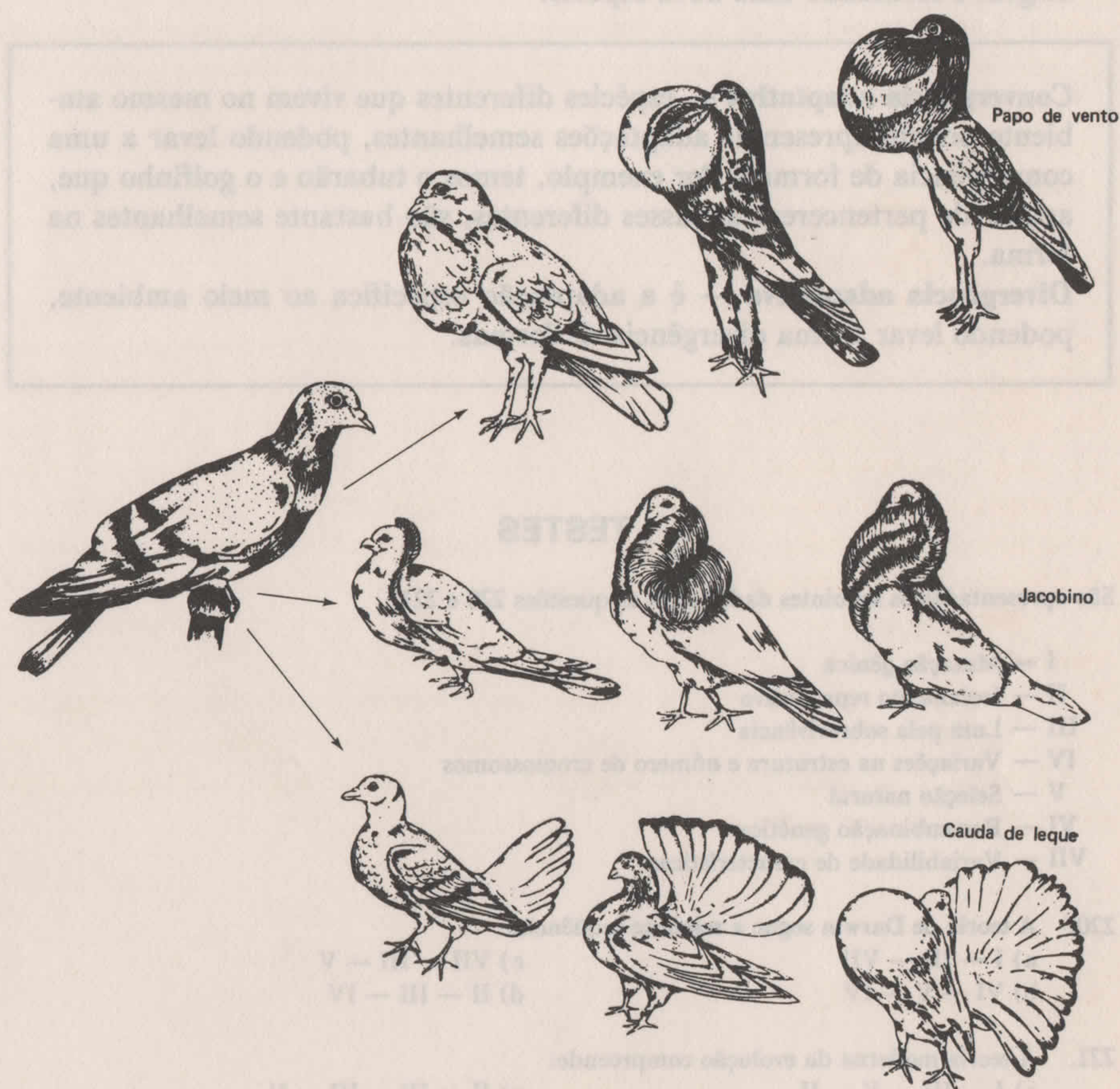


Fig. 5.4 — variação entre as crias do pombo doméstico, um assunto pesquisado por Darwin, assunto esse que lhe confirmou a grande influência que pode ser exercida pela seleção natural na variação. (De Wallace. *Adaptation*. Prentice-Hall, Inc.).

- d) os descendentes competem pelo ambiente (**luta pela sobrevivência**) que pode levar a um **isolamento reprodutivo**, isto é, quando duas ou mais populações, ou pequenos grupos de uma população grande, estão impedidos de se intercruzarem. Este impedimento pode ser causado por **barreiras geográficas** (rios, montanhas, mares, lagos, florestas etc.) ou **barreiras reprodutivas** (pequenas diferenças de comportamento na época de acasalamento, inviabilidade dos descendentes etc);
- e) cada grupo isolado por qualquer uma das barreiras acima mencionadas acumula modificações (mutações), separando-se cada vez mais do grupo de origem e formando uma nova espécie.

Convergência adaptativa — espécies diferentes que vivem no mesmo ambiente podem apresentar adaptações semelhantes, podendo levar a uma convergência de formas. Por exemplo, temos o tubarão e o golfinho que, apesar de pertencerem a classes diferentes, são bastante semelhantes na forma.

Divergência adaptativa — é a adaptação específica ao meio ambiente, podendo levar a uma divergência de formas.

TESTES

São apresentados os seguintes dados para as questões 220 e 221:

- I — Mutação gênica
- II — Isolamento reprodutivo
- III — Luta pela sobrevivência
- IV — Variações na estrutura e número de cromossomos
- V — Seleção natural
- VI — Recombinação genética
- VII — Variabilidade de características

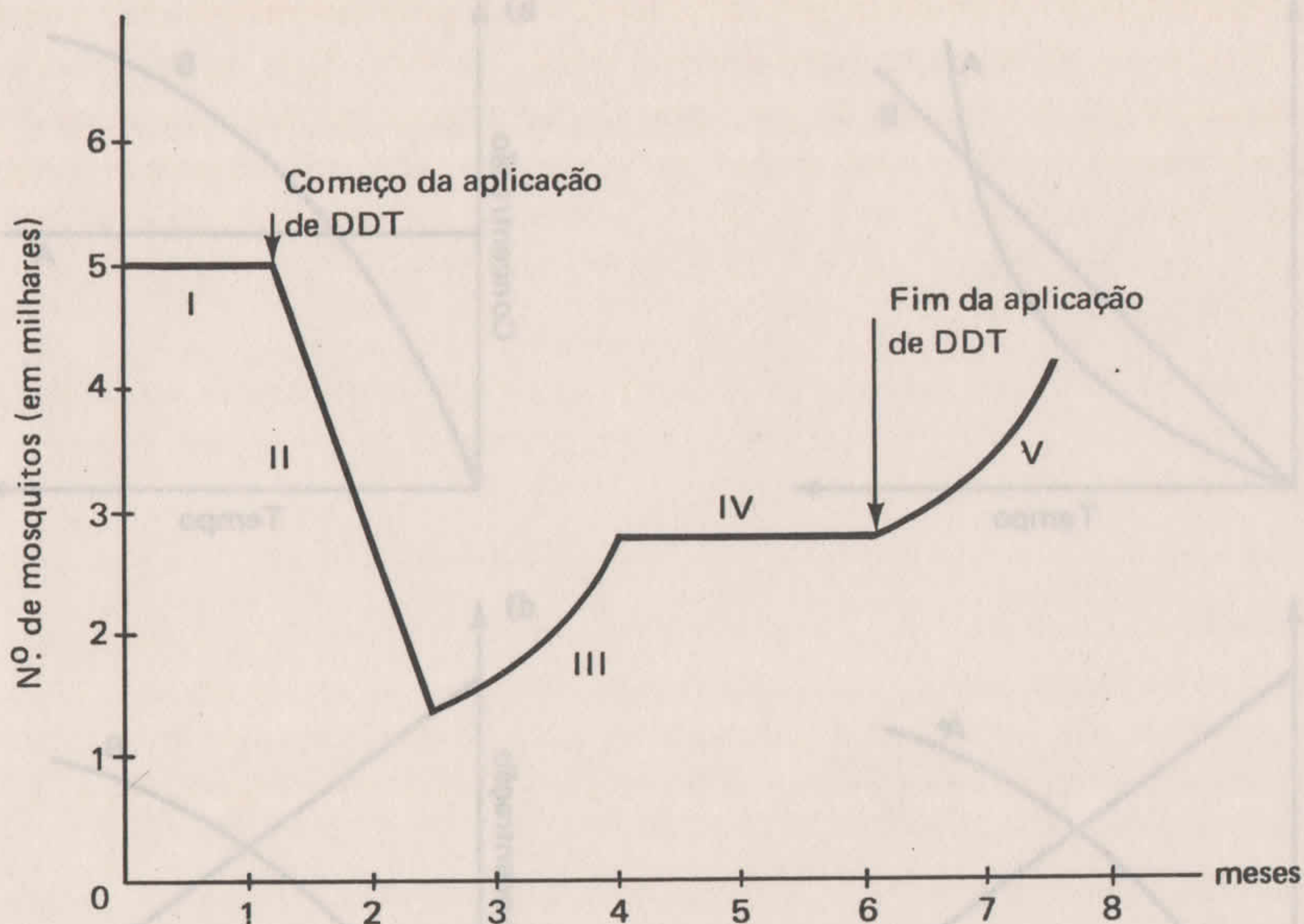
220. A teoria de Darwin segue a seguinte sequência:

- a) I — III — VII
- b) VI — V — IV
- c) VII — III — V
- d) II — III — IV

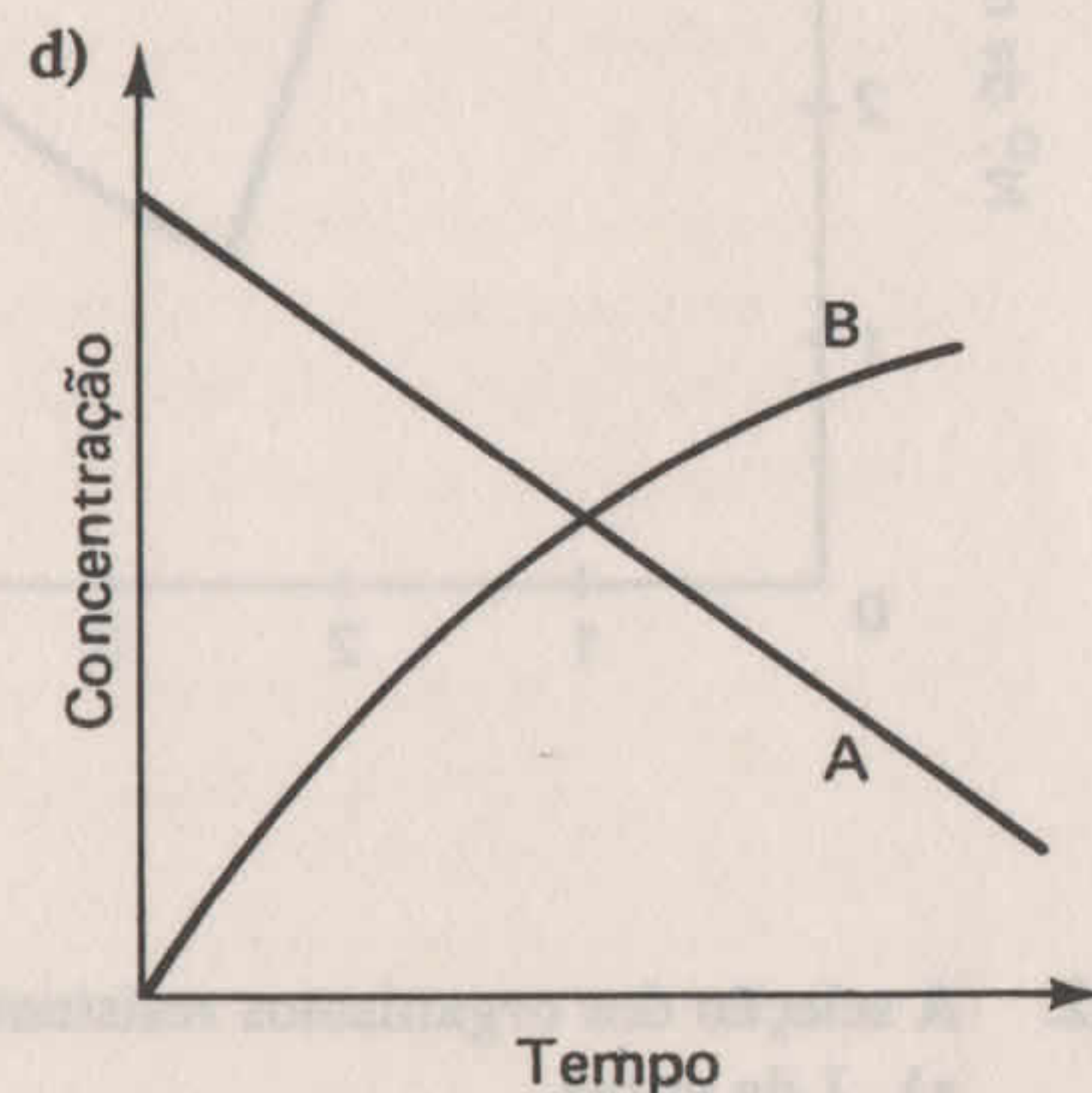
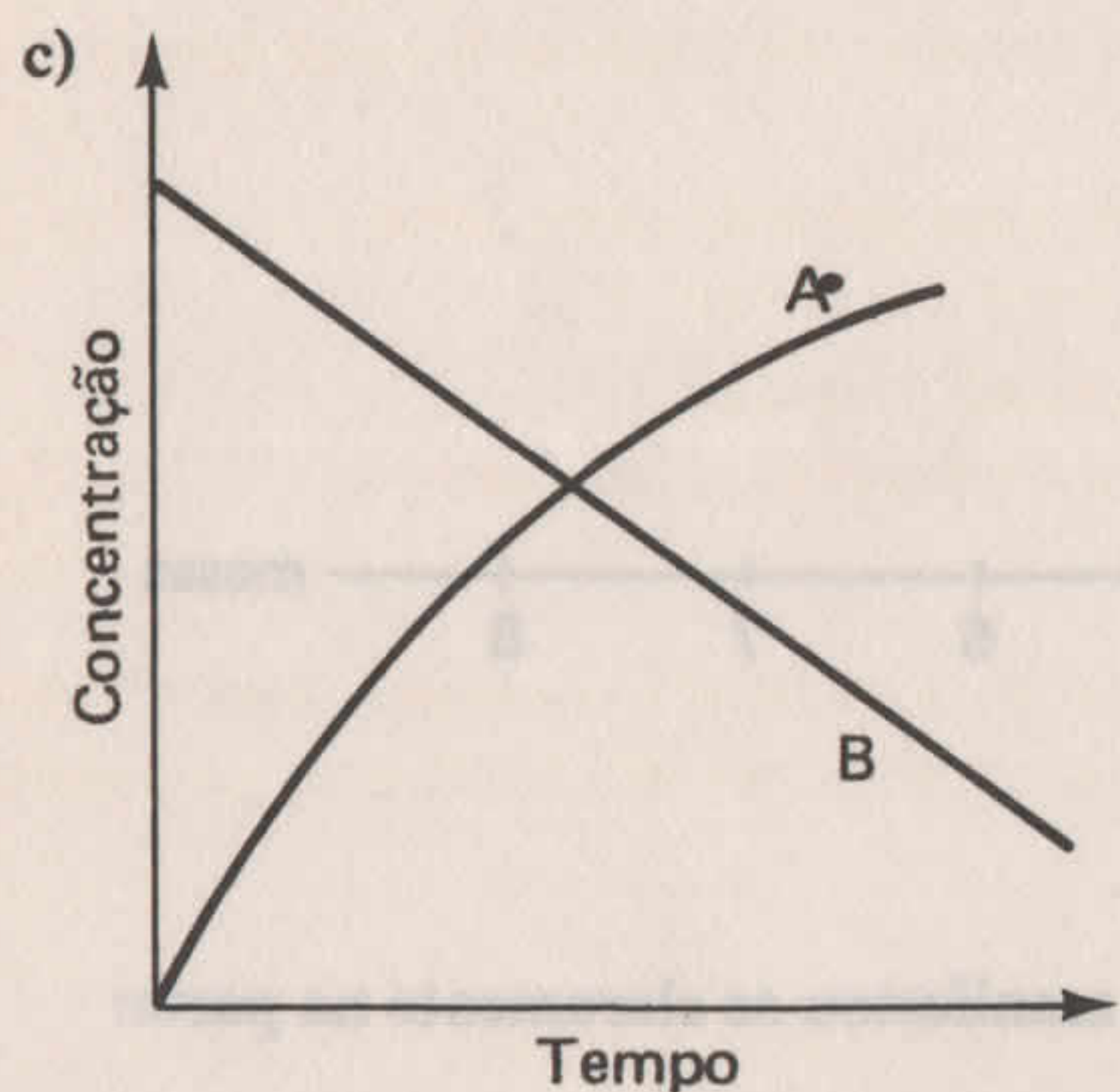
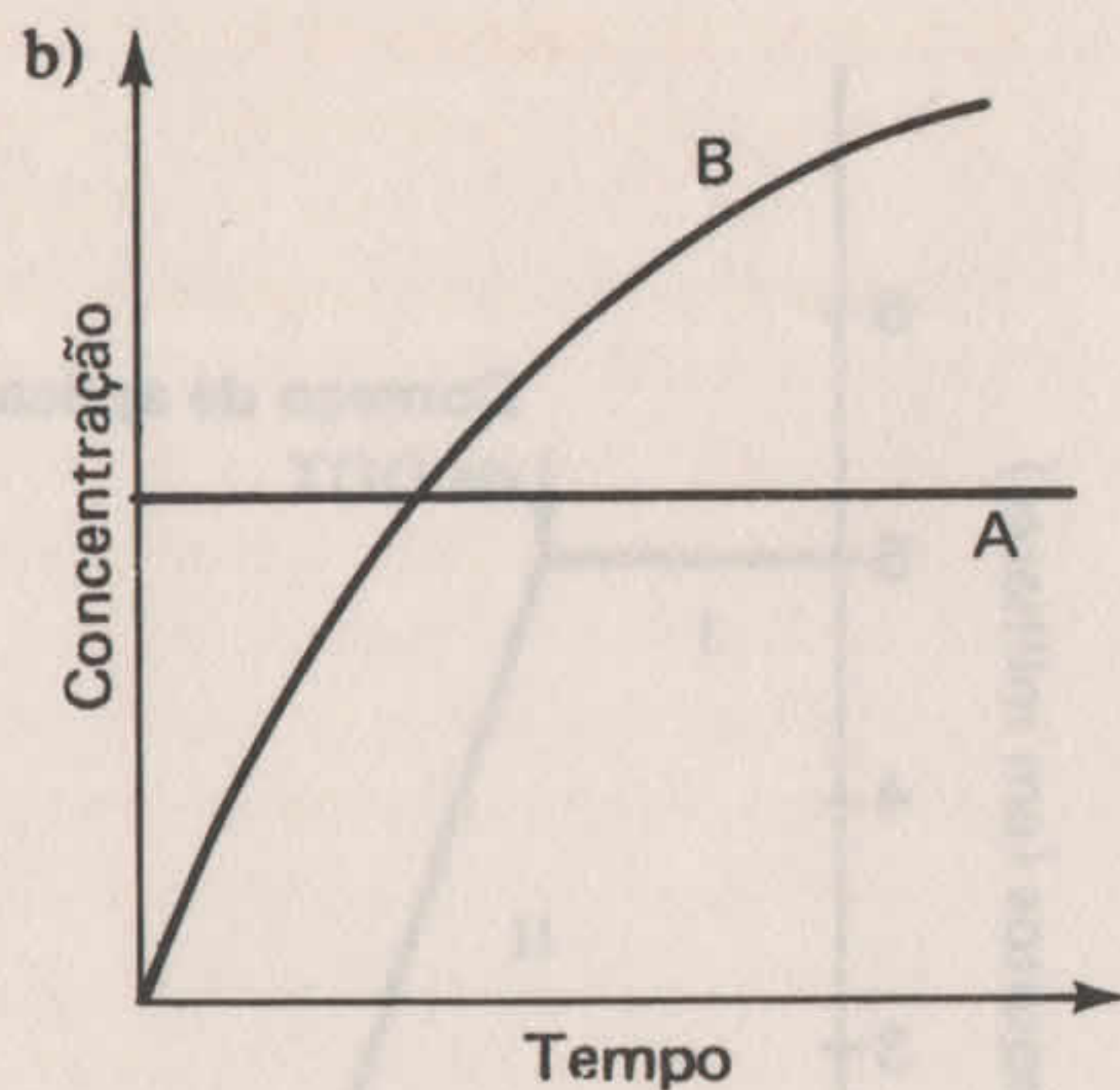
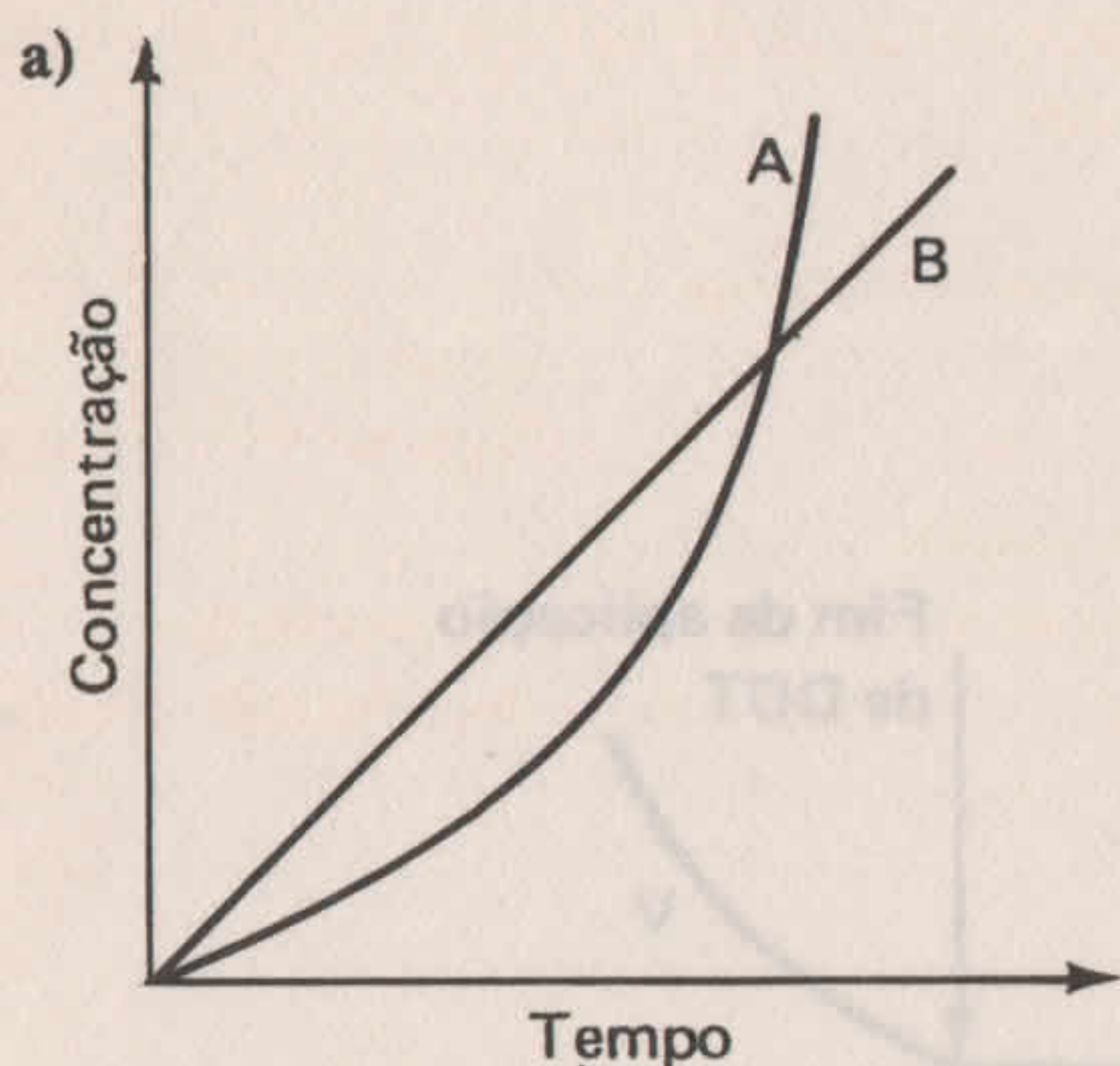
221. A teoria moderna da evolução compreende:

- a) I — III — V — II
- b) VII — VI — V — I
- c) II — IV — VI — V
- d) III — II — I — V

(CESCEM) — Em uma localidade infestada por mosquitos aplicou-se DDT durante vários meses seguidos. Contagens periódicas da população desses insetos deram o seguinte gráfico:



222. A seleção dos organismos resistentes ao inseticida manifestou-se claramente na parte:
- I da curva
 - II da curva
 - III da curva
 - IV da curva
223. (CESCEA) Ao estudar a origem da vida no universo, Stanley e Miller, em seus experimentos clássicos, conseguiram obter compostos orgânicos desde que o sistema contivesse:
- metano, amônia, água, hidrogênio e descargas elétricas
 - metano, amônia, água, oxigênio e descargas elétricas
 - metano, nitrogênio gasoso, água, hidrogênio e descargas elétricas
 - metano, nitrogênio gasoso, água, oxigênio e descargas elétricas
224. (CESCEA) O fato: “sob condições naturais aqueles indivíduos melhor adaptados às condições ambientais existentes sobreviverão e reproduzirão mais eficientemente do que os indivíduos menos adaptados”; é denominado:
- evolução
 - seleção natural
 - norma de reação
 - adaptação
225. (CESCEA) Há pouco mais de 20 anos, Miller e Urey demonstraram ser possível obter-se aminoácidos a partir de amônia, hidrogênio e vapor d’água expostos a descargas elétricas. Fazendo-se amônia = A e aminoácidos = B, qual dos gráficos representa melhor a variação na concentração de ambos em função do tempo?



226. (CESCEM) A teoria de Darwin para a evolução das espécies pode ser resumida nas seguintes proposições:

- I — Organismos da mesma espécie competem entre si para conseguir o que necessitam para sobreviver.
- II — Pela reprodução, surge um número de indivíduos maior do que aquele que o ambiente pode manter.
- III — As formas mais bem adaptadas tendem a sobreviver e a se reproduzir mais do que as menos adaptadas.

A seqüência lógica dessas proposições é:

a) I \rightarrow II \rightarrow III

b) I \rightarrow III \rightarrow II

c) II \rightarrow I \rightarrow III

d) II \rightarrow III \rightarrow I

227. Duas populações, A e B, estão separadas por uma barreira. Eliminado-se tal barreira, poderá ocorrer:

- a) formação de uma única população, se A e B forem da mesma espécie
- b) fusão de seus "pools" gênicos, se A e B forem de espécies diferentes
- c) formação de uma nova espécie C, se A e B forem de espécies diferentes
- d) fusão das populações, dando origem a várias espécies

228. (PUC—SP) Para a elaboração da teoria da evolução, tiveram grande importância, nas idéias de Darwin, os fatores abaixo, exceto:

- a) leitura do trabalho de Malthus sobre "População"
 - b) a observação da ocorrência de variação nas espécies
 - c) a discussão cuidadosa dos trabalhos de Mendel
 - d) a longa e contínua observação dos hábitos de animais e plantas
229. (PUC—SP)
- I — Os fósseis são a única prova verdadeira da evolução.
 - II — A teoria da evolução afirma que os seres vivos se modificam através dos tempos.
 - III — Toda vez que o ambiente se torna desfavorável, o ser vivo sofre uma mutação gênica.
- a) todas as afirmações estão certas
 - b) todas as afirmações estão erradas
 - c) só uma afirmação está certa
 - d) só duas afirmações estão certas
230. (PUC—CAMPINAS) A teoria sobre a evolução exposta por Darwin é considerada incompleta porque:
- a) o tamanho de uma população não altera muito de uma geração para outra
 - b) mostrou que toda população tem potencialidade para crescer em P.G.
 - c) o tamanho de uma população não cresce na progressão esperada
 - d) não explicou de maneira correta como apareciam diferenças individuais
231. (CESCEA) Em seu famoso experimento, Miller submeteu amônia, metano, vapor d'água e hidrogênio à ação de descargas elétricas em um aparelho especial. Com isso, pretendia demonstrar a hipótese de que:
- a) as proteínas são formadas de aminoácidos
 - b) é possível, no laboratório, formar-se produtos complexos a partir de gases simples
 - c) o carbono e o hidrogênio são constituintes dos compostos orgânicos
 - d) moléculas orgânicas complexas formaram-se na atmosfera terrestre primitiva
232. Assinale a alternativa errada:
- a) O isolamento geográfico influi na formação de raças e espécies.
 - b) A seleção natural age indiferentemente sobre todas as mutações.
 - c) As oscilações genéticas podem modificar a frequência dos genes de uma população.
 - d) O isolamento reprodutivo impossibilita a troca de genes entre duas populações.
- (CESCEA) Considere as afirmativas seguintes:
- a) Para a formação de espécies distintas, é necessário existir mecanismo de isolamento reprodutivo entre esses grupos.
 - b) Raças são grupos de indivíduos que diferem essencialmente nas frequências gênicas, mas que não estão isoladas reprodutivamente.
 - c) Espécies que se cruzam, como o cavalo e o asno, não apresentam mecanismo de isolamento reprodutivo.
 - d) A especiação, formação de novas espécies, normalmente é um processo que ocorre de maneira rápida em consequência de poucas mutações gênicas.
233. Dessas afirmativas, são verdadeiras apenas as seguintes:
- a) b, c, d
 - b) b, c
 - c) a, b, c
 - d) b, c, d

234. Sejam as seguintes expressões: (1) seleção natural; (2) uso e desuso; (3) aumento em progressão aritmética; (4) herança de caracteres adquiridos; (5) aumento em progressão geométrica. Referem-se à hipótese de Malthus sobre população:
- a) as cinco expressões
 - b) (1) e (2)
 - c) (3) e (5)
 - d) (3); (4) e (5)
235. (FESJC) Um dos princípios da evolução dos seres vivos baseia-se nas mutações lentas e gradativas. Portanto, as mutações são:
- a) formas de adaptação
 - b) seleção natural
 - c) alterações genéticas
 - d) caracteres adquiridos
236. A hipótese da origem da primeira substância orgânica, os aminoácidos, baseia-se na suposição de que a atmosfera primitiva era composta de:
- a) CH_4 , NH_3 , H_2O e H_2
 - b) CO_2 , O_2 , N_2 e H_2O
 - c) CH_4 , NH_3 , H_2O , H_2 e O_2
 - d) CO_2 , NH_3 , O_2 , H_2O e H_2
237. (CESCEA—SP) A respeito da evolução são feitas as seguintes afirmações: (1) a teoria da evolução envolve os conceitos de modificação e de extinção de espécies; (2) a teoria da evolução explica as variações dos seres vivos; (3) os fósseis têm muito pouco a ver com a teoria da evolução.
- a) as três afirmações estão corretas
 - b) as duas primeiras afirmações são corretas e a última, não
 - c) as três afirmações são falsas
 - d) a primeira afirmação é verdadeira e as duas últimas não o são
238. (CESCEM) Segundo Malthus, a população humana teria problemas de alimentação no futuro, porque ela e a produção de alimentos cresceriam, respectivamente:
- a) em progressão aritmética e em progressão geométrica
 - b) em progressão aritmética e de acordo com uma curva em S
 - c) em progressão geométrica e em progressão aritmética
 - d) em progressão geométrica e de acordo com a curva normal
239. É condição **fundamental** para que a seleção natural se processe:
- a) o ambiente estar em modificação
 - b) a taxa de mutação ser elevada
 - c) os organismos estarem em processo de adaptação
 - d) existir diversidade genotípica
240. (CESCEM) O fato de, em áreas industriais, mariposas de cor clara terem sido substituídas por mariposas escuras se deve:
- a) ao aparecimento de isolamento reprodutivo
 - b) à migração
 - c) à alternância de gerações
 - d) à mudança da seleção
241. A evolução genética da espécie humana começou a ser afetada pelo homem a partir do momento em que ele passou a:
- a) controlar doenças infecciosas através de vacina e erradicação dos parasitas
 - b) diminuir os efeitos da seleção natural sobre sua população
 - c) prolongar a vida dos indivíduos da sua espécie até os 60 ou 70 anos
 - d) garantir alimento para toda a população através do desenvolvimento da agropecuária

GENÉTICA DE POPULAÇÕES

(Equilíbrio de Hardy-Weinberg)

CAPÍTULO

6

I – INTRODUÇÃO

Antes de analisarmos o Equilíbrio de Hardy-Weinberg, faremos algumas considerações importantes à sua compreensão.

No capítulo anterior, relativo à evolução dos seres vivos, vimos Darwin estabelecendo em sua teoria que as variações entre os indivíduos que compõem uma **espécie** são hereditárias. Todavia, Darwin não conseguiu uma **explicação para a origem dessas variações** que, com o desenvolvimento da genética atual, foi estabelecida. Precisamos, portanto, entender o significado de população, variações, mutações e frequência gênica para compreendermos o equilíbrio de Hardy-Weinberg.

População: conjunto de indivíduos de uma mesma espécie que vivem em uma determinada área geográfica (região). Representa a unidade reprodutiva.

Variações: quando falamos em variações existentes numa espécie, estamos nos referindo aos indivíduos de uma determinada população que apresentam **genótipos** diferentes; isto corresponde à **variabilidade genética** da população.

Mutações: durante a reprodução celular, podem ocorrer alterações microscópicas ou submicroscópicas dos cromossomos, as quais serão reconhecidas se causarem efeito **fenotípico** diferente daquele determinado pela estrutura anterior. Tais alterações são denominadas **mutações**.

As mutações podem ser:

1. **Mutações gênicas:** aquelas que alteram o **DNA** ou **gene**, determinando, portanto, alteração do **genótipo**.

O **gene** corresponde a uma molécula de **DNA** com informação capaz de produzir uma determinada proteína. O conjunto de genes recebe a denominação de **genótipo**.

O DNA é capaz de se autoduplicar, originando duas moléculas idênticas, portanto com a mesma informação, o que constitui a base para a transmissão hereditária. Teoricamente, as informações do DNA são inalteráveis; porém, durante a autoduplicação da molécula de DNA, **podem ocorrer alterações na sequência dos nucleotídeos** que a compõem de modo a alterar a informação daquela molécula, que passará a produzir proteínas diferentes. Tais alterações podem ocorrer por substituição, perda ou adição de nucleotídeos.

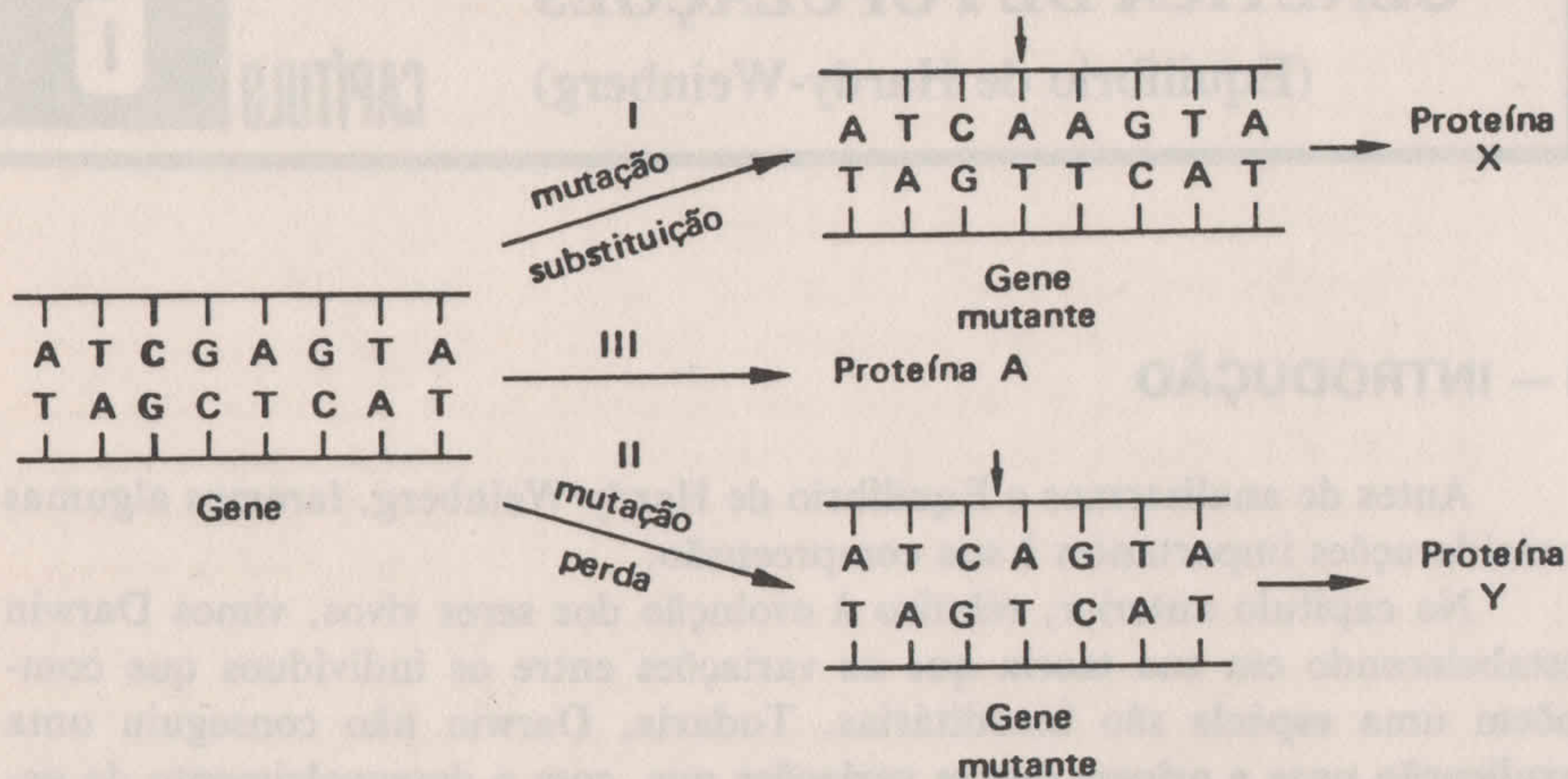


Fig. 6.1 — Esquema representativo das possíveis causas das mutações gênicas. O gene produz a proteína (III). Uma mutação por substituição de bases (I) leva ao gene mutante que produz a proteína X. Uma mutação por perda de bases (II) leva ao gene mutante que produz a proteína Y.

2. Mutações cromossômicas (aberrações): aquelas que alteram a **estrutura** do cromossomo ou o **número** de cromossomos.

a) **aberrações numéricas:** sabemos que cada espécie apresenta um determinado número de cromossomos constante (n) em todas as células. Nos organismos diplóides, os cromossomos são encontrados aos pares ($2n$). O lote diplóide de cromossomos em relação ao **tamanho**, à **forma** e ao **número** é denominado **cariótipo**, sendo **genoma** a denominação do lote **haplóide** (n). Se houver alterações do número de cromossomos da espécie, teremos **aberrações numéricas**, as quais podem ser classificadas em 2 tipos:

— **euploidia:** quando ocorrer **perda total** ou **acréscimo total** de genomas ao lote diplóide, isto é, quando houver alteração de um múltiplo inteiro dos (n) cromossomos da espécie. Tal alteração produzirá células **haplóides** (n), **triplóides** ($3n$), **tetraplóides** ($4n$) etc.

— **aneuploidia:** quando ocorrer perda ou acréscimo de um ou alguns cromossomos na célula. Tal alteração produzirá células com **monossomia**,

na falta de um cromossomo de um determinado par, sendo representada por $(2n - 1)$, e **trissomia**, no caso de haver acréscimo de um cromossomo para um determinado par, sendo representada por $(2n + 1)$.

Neste caso, são muito bem conhecidos os efeitos causados pela **monossomia do cromossomo X** que determina a **síndrome de Turner**; a **trissomia dos cromossomos sexuais XXY** que leva à **síndrome de Klinefelter**; a **trissomia do cromossomo 21** que determina a **síndrome de Down** (mongolismo) etc.

b) **aberrações estruturais**: resultam de “quebras” nos cromossomos e “soldadura” dos pedaços quebrados em novas posições.

Podem ser de vários tipos:

— **deficiência**: ocorre quando um cromossomo, ao sofrer duas quebras, fica desprovido de alguns genes, pois o pedaço intermediário se perde e os extremos se soldam entre si (Fig. a).

— **inversão**: ocorre quando um cromossomo, tendo sofrido duas quebras e o pedaço intermediário sofrido um giro de 180° , tem suas extremidades soldadas numa posição invertida. O cromossomo continua completo, porém a seqüência dos genes ao longo dos cromossomos muda de sentido em relação à seqüência normal. Pode ser **pericêntrica**, quando o pedaço invertido apresentar o centrômero (Fig. b), e **paracêntrica**, quando o centrômero estiver fora do pedaço invertido (Fig. c).

— **translocação**: é a inclusão, em um cromossomo, de um pedaço adicional proveniente de um cromossomo não homólogo (Fig. d).

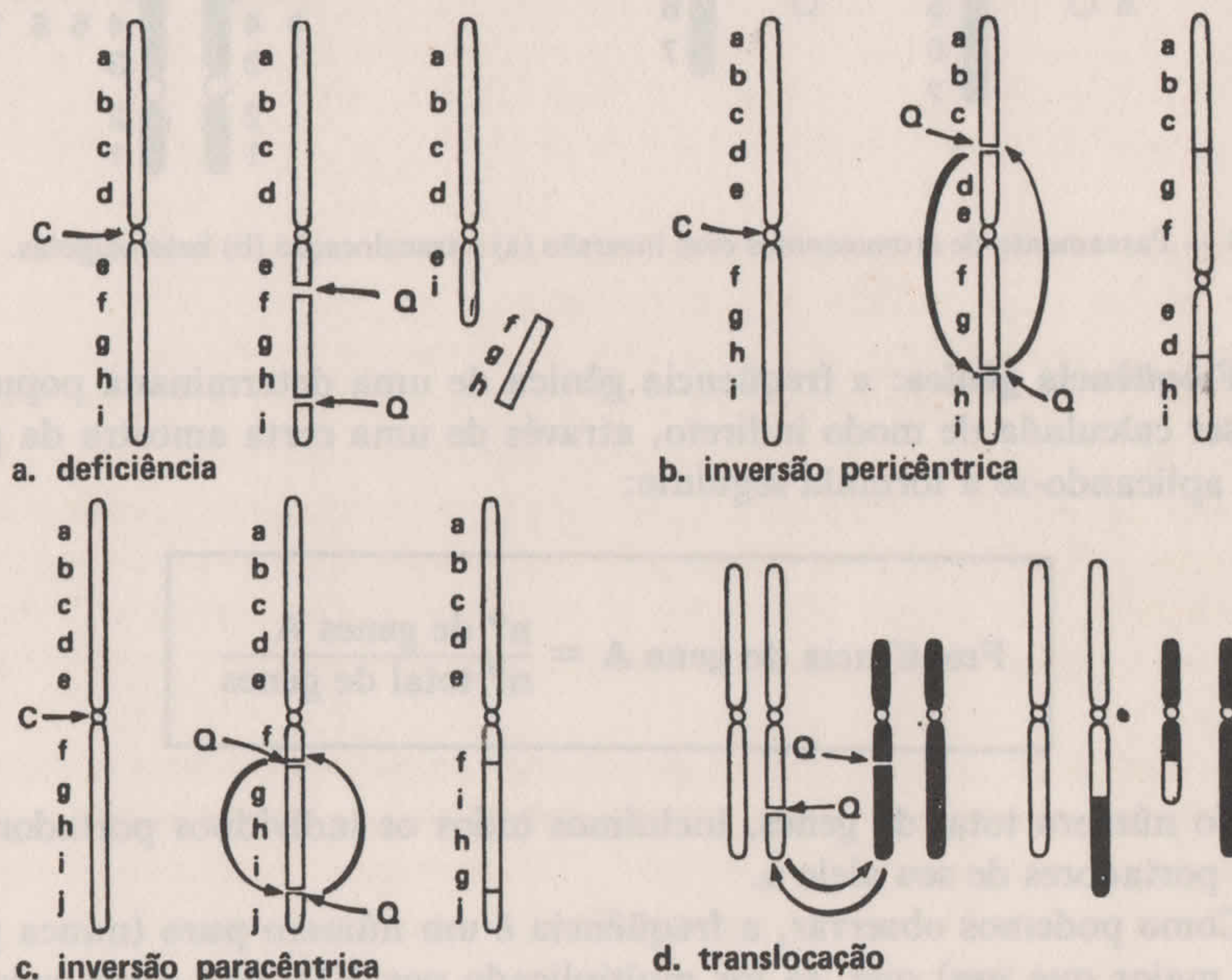


Fig. 6.2 — Aberrações cromossômicas. C = centrômero. Q = quebras.

Tais aberrações (inversão e translocação), quando ocorrerem em apenas um dos homólogos, poderão ser visualizadas, durante a sinapse dos homólogos, formando figuras típicas: **alça** na inversão e **cruz** na translocação.

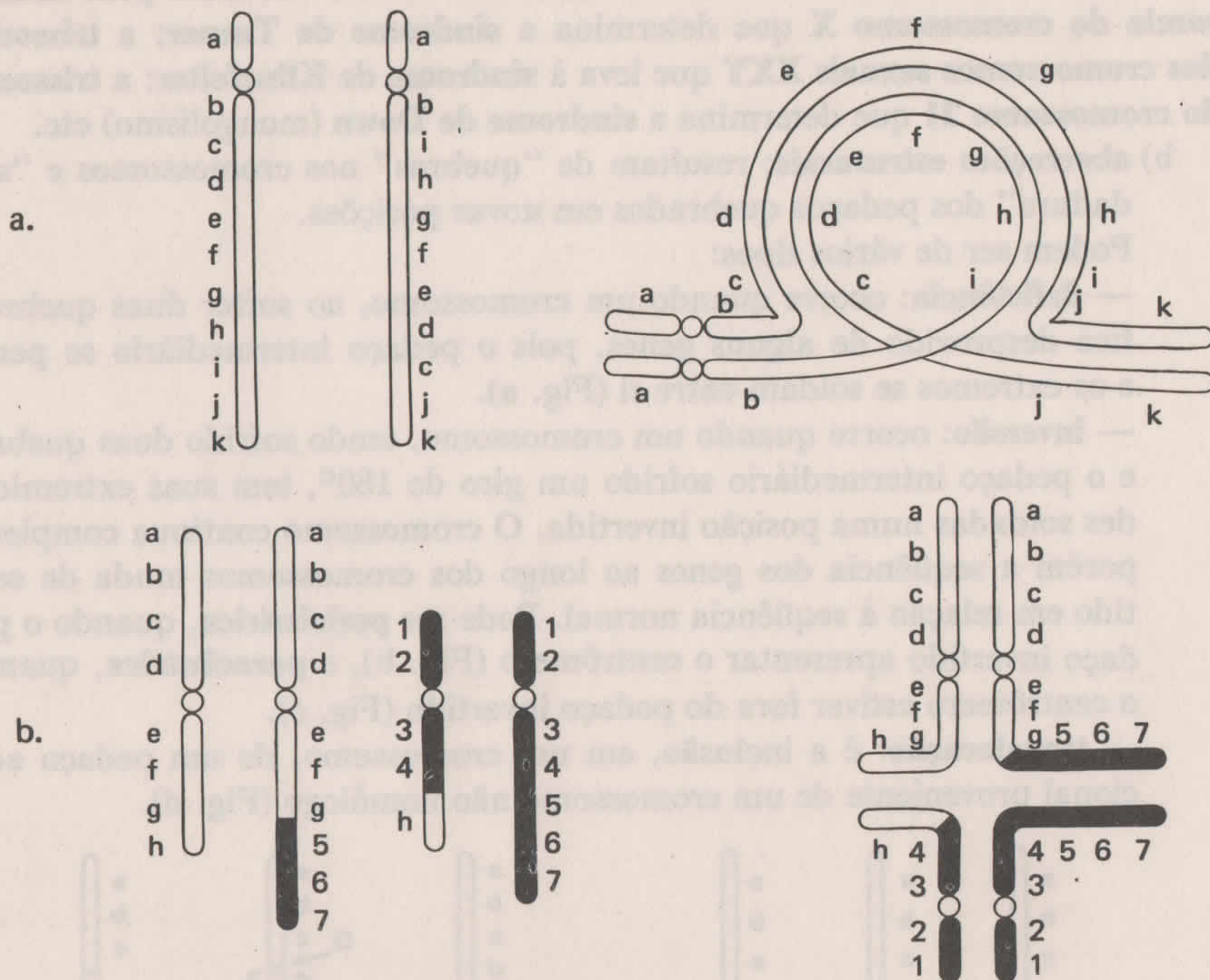


Fig. 6.3 — Pareamento de cromossomos com inversão (a) e translocação (b) heterozigotas.

Frequência gênica: a frequência gênica de uma determinada população pode ser calculada de modo indireto, através de uma certa amostra da população, aplicando-se a fórmula seguinte:

$$\text{Frequência do gene A} = \frac{\text{nº de genes A}}{\text{nº total de genes}}$$

No número total de genes, incluímos todos os indivíduos portadores de **A** e os portadores de seu alelo **a**.

Como podemos observar, a frequência é um número **puro** (nunca poderá ser maior que **um**) que, se for multiplicado por 100, terá o seu valor expresso em porcentagem.

Suponhamos o seguinte exemplo **numérico** onde, em uma população de 10 000 moscas, 1 600 apresentam asas vestigiais (caráter recessivo) e 8 400 apresentam asas longas (caráter dominante). Considerando V = gene para asas longas e v = gene para asas vestigiais e de acordo com o que aprendemos com as leis de Mendel, teremos:

GENÓTIPOS	FENÓTIPOS	Nº DE INDIVÍDUOS	PROPORÇÃO FENOTÍPICA		PROPORÇÃO GENOTÍPICA (TEÓRICA)
VV	asas longas	8 400	3	1	3 600 asas longas homozigotas
Vv *				2	4 800 asas longas heterozigotas
vv	asas vestigiais	1 600	1	1	1 600 asas vestigiais

* Híbrido ou heterozigoto — aparece sempre em dobro.

Esperamos teoricamente 3600 indivíduos de asas longas e homozigotos. Como cada indivíduo tem dois genes V , teremos, portanto, 3600×2 genes, ou seja, 7200 genes. Como existe 4800 heterozigotos e, se cada um apresenta um gene V , teremos um total de

4800 genes V nos heterozigotos e
7200 genes V nos homozigotos dominantes,
totalizando 12000 genes V na população. Logo:

frequência de $V = \frac{7200 + 4800}{20\,000} = 0,6$ ou 60%, onde 20000 é o total dos

genes V e v na população.

Usando o mesmo raciocínio, teremos para o gene v :

frequência de $V = \frac{3200 + 4800}{20000} = 0,4$ ou 40%

$$\text{Frequência de } V = \frac{VV + Vv}{VV + Vv + vv}$$
$$\text{Frequência de } v = \frac{vv + Vv}{VV + Vv + vv}$$

Lembremos que:

$$\begin{array}{cc} \text{Frequência de V} & + & \text{Frequência de v} & = & 1 \text{ ou } 100\% \\ (0,60) & & (0,40) & & \end{array}$$

Considerando agora: p = frequência do gene V e q = frequência do gene v, temos:

$$p + q = 1$$

Sabendo portanto a frequência de um gene e aplicando a fórmula geral acima, saberemos a frequência de seu alelo.

Utilizando esta representação no exemplo citado, teremos que:

$$p^2 = \text{frequência de indivíduos VV } (p \times p)$$

$$2pq = \text{frequência de indivíduos Vv } (p \times q). \text{ Multiplica-se por 2 porque o híbrido aparece sempre em dobro.}$$

$$q^2 = \text{frequência de indivíduos vv } (q \times q)$$

então:

$$p^2 + 2pq + q^2 = 1$$

Do que foi exposto observamos que é necessário sabermos, em uma população, o número de indivíduos que manifestam o caráter dominante heterozigoto e o número de homozigotos dominantes, o que nem sempre é possível.

Para calcularmos portanto a frequência dos **genes**, devemos **sempre** nos basear nos indivíduos que manifestam o **caráter recessivo** porque estes serão **sempre homozigotos** para tal caráter.

Exemplo: considere uma população de 16 000 indivíduos em que 1 440 manifestam o caráter recessivo determinado pelo gene **a** e os demais 14 560, o caráter dominante determinado pelo alelo **A**. Como calcular a frequência dos genes **A** e **a** se não sabemos quantos indivíduos dos 14 560 dominantes apresentam o genótipo **AA** e quantos apresentam o genótipo **Aa**?

Verifique portanto que, realmente, **é o caráter recessivo** que nos permitirá o cálculo da frequência dos genes pois, se 1 440 indivíduos apresentam o genótipo **aa**, isto representará apenas 9% da população.

$$\text{Total da população} = 16\,000 (100\%)$$

$$\text{n}^\circ \text{ de indivíduos aa} = 1\,440 (9\%)$$

Sabemos que a frequência de A + a frequência de a = 1

Consideremos p = frequência de A

q = frequência de a

$$\therefore \boxed{p + q = 1}$$

$$aa = q \times q = q^2 = 9\% \text{ ou } q^2 = 0,09 \therefore q = \sqrt{0,09}$$

logo, q = 0,3 ou 30%; portanto, p = 1 - 0,3, isto é, p = 0,7 ou 70%

Conclusão: a frequência do gene A = 0,7 ou 70% e a frequência do gene a = 0,3 ou 30%

Com este resultado poderemos calcular o número de indivíduos AA e Aa lembrando apenas que o híbrido aparece sempre em dobro.

O Equilíbrio de Hardy-Weinberg

Dois cientistas, G.H. Hardy, matemático inglês, e W. Weinberg, médico alemão, trabalhando independentemente, chegaram à mesma conclusão, que ficou conhecida como o **Equilíbrio ou Lei de Hardy-Weinberg**, estabelecendo o seguinte:

Sob certas condições, as frequências gênicas e genotípicas permanecem as mesmas de uma geração à outra nas populações de reprodução sexuada.

O Equilíbrio de Hardy-Weinberg pressupõe que as frequências dos genes e dos genótipos permaneçam inalteradas de uma geração à outra nas populações de reprodução sexuada, porém **sob certas condições**, isto é:

1ª) a população deverá ser suficientemente grande para não ser afetada por mudanças ao acaso nas frequências gênicas e não ser prejudicada pela lei dos grandes números.

Por exemplo: se lançarmos uma moeda para cima duas vezes, teoricamente, esta deveria cair uma vez com a face cara voltada para cima e outra vez a face coroa, ou seja, 50% de possibilidade para cada uma; porém, podemos obter 2 caras (100% de cara) ou 2 coroas (100% de coroa). No entanto, se o número de lançamentos for suficientemente grande, chegaremos cada vez mais próximo a 50% de cara e 50% de coroa, isto é, ao resultado esperado. Do mesmo modo, se analisarmos o nascimento de

crianças em uma determinada maternidade, poderemos encontrar, por exemplo em um só dia, o nascimento de 20 crianças do sexo masculino e apenas 2 do sexo feminino. Entretanto, se analisarmos o nascimento de crianças na mesma maternidade durante um tempo maior (um ano por exemplo), veremos que a porcentagem de recém-nascidos dos sexos masculino e feminino será bastante próxima de 50% para cada um dos sexos, uma vez que, para ser do sexo masculino ou do sexo feminino, a probabilidade é de 50%.

2ª) a não ocorrência de **mutações**; ou seja, os genes analisados não devem sofrer alterações.

3ª) a não ocorrência de **seleção natural**; isto é, se os genes considerados estiverem submetidos à seleção natural, os portadores de tais genes que eventualmente manifestarem condições não favoráveis serão extintos por aqueles melhor adaptados o que diminuirá sua frequência.

Nota: **seleção natural** é o mecanismo através do qual sobrevivem os indivíduos que apresentam condições mais favoráveis.

4ª) **inexistência de movimento migratório**: se tivermos um aumento de determinada população, devido a imigrações, ou um decréscimo dessa população, devido a emigrações, a frequência dos genes se alterará pois, se de um lado chegam novos indivíduos com mais genes, de outro teremos uma diminuição da frequência devido à saída de indivíduos da população carregando genes.

Consideremos a seguinte população:

GENÓTIPO	Nº DE INDIVÍDUOS
VV	3 600
Vv	4 800
vv	1 600
Total	10 000

frequências gênicas:

$f(V) = 0,6$ ou 60%

$f(v) = 0,4$ ou 40%

Suponha que saiam desta população 350 indivíduos vv; 2 350 indivíduos VV e 2 300 indivíduos Vv. Nestas circunstâncias, a população ficará constituída por:

GENÓTIPOS	Nº DE INDIVÍDUOS
VV	1 250
Vv	2 500
vv	1 250
Total	5 000

Agora, as frequências gênicas serão:

$$f(V) = 0,5 \text{ ou } 50\% \text{ e } f(v) = 0,5 \text{ ou } 50\%$$

Portanto, a saída de indivíduos de genótipo VV em proporção maior que a dos indivíduos portadores dos outros dois genótipos alterou as frequências gênicas. O mesmo teria ocorrido se, ao invés da saída, tivéssemos a entrada de novos indivíduos.

5ª) inexistência de fatos que determinem na população um aumento de mortalidade como, por exemplo, epidemias, guerras, catástrofes etc.

A inobservância de qualquer uma destas condições impostas para o equilíbrio causaria alterações nas frequências dos genes e, conseqüentemente, dos tipos de gametas e indivíduos da população.

TESTES

242. (CESCEM) Um gene recessivo, que não está sujeito à seleção, com frequência 0,4 numa população com reprodução sexuada, perfeitamente em equilíbrio, apresenta-se em homozigose ou em:
- a) 16% dos indivíduos
b) 32% dos indivíduos
c) 60% dos indivíduos
d) 36% dos indivíduos
243. Se a frequência de indivíduos Rh⁻ numa população é de 25%, as frequências dos genes rh e Rh (recessivos e dominantes) na população serão, respectivamente:
- a) 30% e 70%
b) 50% e 50%
c) 40% e 60%
d) impossível de se determinar somente com os dados fornecidos
244. Suponha que a frequência de albinos na espécie humana seja de 4% (albinismo, caráter recessivo em relação à pigmentação normal). Qual a frequência de indivíduos fenotipicamente normais em relação a tal caráter?
- a) 96%
b) 4%
c) 64%
d) 32%

245. Qual a frequência do gene **a** na população?
 a) 4% b) 96% c) 20% d) 80%
246. Qual a frequência de indivíduos fenotipicamente normais, porém portadores do gene para albinismo (**a**)?
 a) 64% b) 32% c) 4% d) 96%
247. Suponha que 64% seja a frequência de indivíduos normais para um determinado caráter dominante numa população. Qual a frequência do gene recessivo nesta população?
 a) impossível de se calcular pelos dados fornecidos
 b) 60% c) 40% d) 8%
248. A mutação gênica ocorre:
 a) por alteração da estrutura do RNA
 b) por alteração do número de cromossomos
 c) por alteração do código genético
 d) na prófase da meiose

O enunciado seguinte refere-se aos testes 249 a 251:

“Numa população, a frequência de gene **B** é igual a 80%. A análise dessa população em sucessivas gerações constatou que essa frequência não se alterou.”

249. Com relação a este “locus” gênico, podemos concluir que a população está:
 a) em equilíbrio
 b) em processo de oscilação genética
 c) em processo de eliminação do outro alelo desse gene
 d) em processo evolutivo por migração
250. Nessa mesma população, a frequência do outro alelo, que podemos simbolizar por **b**, é:
 a) 30% b) 20% c) 60% d) 80%
251. A probabilidade de se encontrar um indivíduo heterozigoto nessa população é de:
 a) 16% b) 0,16% c) 32% d) 0,32%

É o ramo da Biologia que trata especificamente dos seres vivos animais. Neste capítulo, veremos os principais grupos animais, suas características etc. Antes, porém precisamos ter noções sobre a nomenclatura utilizada e os critérios de classificação empregados.

I – TAXIONOMIA (taxis = classificar)

Corresponde ao estudo dos critérios de classificação e nomenclatura dos seres vivos (animais e vegetais). Atualmente, sabemos da existência de diversas **espécies** de seres vivos diferentes e as conhecemos pelos seus nomes científicos. Todavia, antes do século XVIII, não existiam critérios de classificação muito menos nomenclatura. Logo, podemos imaginar as dificuldades que “cientistas” ou sábios da época encontravam em se comunicar para tratar do estudo de um determinado ser vivo.

Hoje são conhecidas mais de 1 500 000 espécies diferentes de seres vivos (animais e vegetais). Como catalogar todas estas espécies existentes? Que critério de classificação devemos utilizar?

Em fins do séc. XVIII, Karl von Linné (Lineu), botânico, propôs uma classificação que, embora não utilizada atualmente, serviu como modelo, dando toda a base das classificações. Sua classificação é tida como **natural**, pois não depende de interpretação pessoal, isto é, baseia-se em dados apresentados pelos próprios seres vivos. Algumas classificações propostas anteriormente eram tidas como **artificiais**, pois dependiam de uma interpretação pessoal.

Lineu, em sua classificação, tomou como base o conceito de **espécie**, que corresponde ao conjunto de seres vivos semelhantes nos seus caracteres morfológicos, férteis entre si, dando origem a descendentes semelhantes aos pais. Desta forma, por exemplo, todos os seres humanos pertencem a uma determinada **espécie**.

Como existem **espécies** semelhantes, estas foram agrupadas em um conjunto maior denominado **gênero**. Por exemplo: “cão doméstico” e “lobo” pertencem a espécies diferentes, porém ambos pertencem a um mesmo **gênero**.

Os **gêneros**, por sua vez, devido a características comuns que apresentavam, foram agrupados em **famílias**, estas em **ordens**, as ordens, em **classes** e as classes em **filos** que, por sua vez, foram reunidos em **reino**. Em ordem decrescente, temos a seguinte distribuição: **reino — filo — classe — ordem — família — gênero — espécie**.

Podem ser utilizadas, também, classificações intermediárias entre as que citamos. Por exemplo, subgêneros, subfamílias etc.

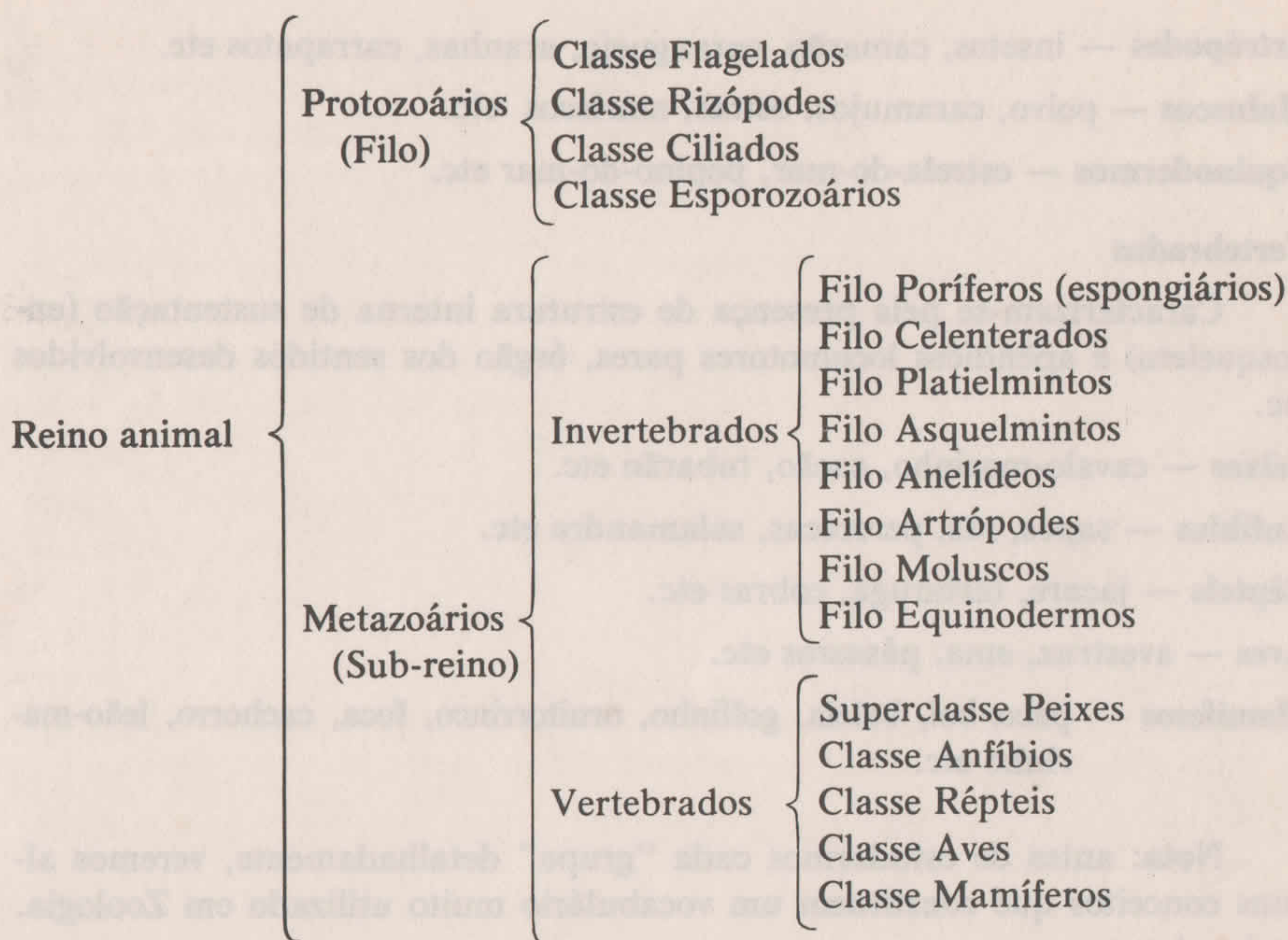
Paralelamente à classificação dos seres vivos, Lineu também propôs uma nomenclatura para os seres vivos.

Existem cerca de 10 regras para que se possa dar nome a um ser vivo; porém, as mais importantes são:

- 1.^a) o nome do ser vivo deve ser escrito em latim (ou termos latinizados). Ex.: **Homo sapiens** (homem); **Canis familiaris** (cão); **Drosophila melanogaster** (mosca-de-fruta).
- 2.^a) a denominação deve ser binomial, indicando o **gênero** com o primeiro nome e a **espécie** com o segundo nome. Ex.: **Canis familiaris** (**gênero** = **Canis**; **espécie** = **C. familiaris**).
- 3.^a) o gênero deve ser escrito com inicial maiúscula e o restante, inclusive a espécie, com letras minúsculas, ressaltando-se os nomes próprios usados como nomes específicos. Ex.: **Trypanosoma Cruzi**.
- 4.^a) o nome do ser vivo deverá ser escrito com um tipo de letra diferente daquele utilizado no texto ou então grifado. Ex.: **Homo sapiens**.

II — CLASSIFICAÇÃO DOS ANIMAIS

A classificação que apresentaremos é bastante simples e de fácil compreensão.



Protozoários (**protos** = primeiro; **zoon** = animal)

São seres unicelulares, em geral microscópicos, podendo ter vida livre ou ser parasita. Ex.: **Amoeba proteus** (ameba); **Trypanosoma Cruzi** (tripanosomo); **Plasmodium falciparum** (plasmódio).

Metazoários (**meta** = após, além de)

Seres pluricelulares, isto é, formado por muitas células, representam a maioria dos seres vivos animais e estão subdivididos em: **invertebrados** e **vertebrados**.

Invertebrados

Caracterizam-se pela ausência de estrutura interna de sustentação (endosqueleto), podendo apresentar estruturas externas de sustentação e proteção (exosqueleto). Apresentam-se divididos em:

Poríferos (espongiários) — as esponjas.

Celenterados — águas-vivas, corais, medusas, anêmonas-do-mar.

Platielmintos — vermes chatos: **Schistosoma mansoni** (esquistossoma), **Taenia solium** (solitária).

Asquelmintos — vermes: **Ascaris lumbricoides**, **Ancylostoma duodenalis** etc.

Anelídeos — **Pheretima hawaiana** (minhoca)

Artrópodes — insetos, camarão, caranguejo, aranhas, carrapatos etc.

Moluscos — polvo, caramujos, ostras, mariscos etc.

Equinodermos — estrela-do-mar, pepino-do-mar etc.

Vertebrados

Caracterizam-se pela presença de estrutura interna de sustentação (endosqueleto) e apêndices locomotores pares, órgão dos sentidos desenvolvidos etc.

Peixes — cavalo-marinho, cação, tubarão etc.

Anfíbios — sapos, rãs, pererecas, salamandra etc.

Répteis — jacaré, tartaruga, cobras etc.

Aves — avestruz, ema, pássaros etc.

Mamíferos — peixe-boi, baleia, golfinho, ornitorrinco, foca, cachorro, leão-marinho etc.

Nota: antes de estudarmos cada “grupo” detalhadamente, veremos alguns conceitos que constituem um vocabulário muito utilizado em Zoologia. Assim, temos:

Homeotermos: animais que apresentam a temperatura interna do corpo constante. Ex.: **aves e mamíferos**. São também denominados “animais de sangue quente”.

Heterotermos (pecilotermos): estes não apresentam temperatura interna do corpo constante. São conhecidos como “animais de sangue frio”. Ex.: peixes, anfíbios, répteis etc.

Homodontes: quando apresentarem todos os dentes iguais. Ex.: peixes, répteis, alguns mamíferos (tatu, preguiça, golfinho etc.).

Heterodontes: quando apresentarem dentes diferentes. Ex.: homem e a maioria dos mamíferos.

Monofiodontes: apresentam somente uma dentição. Ex.: mamíferos homodontes.

Difiodontes: apresentam duas dentições. Ex.: homem.

Polifiodontes: apresentam várias dentições. Ex.: peixes e répteis de uma forma geral.

Saprozoítas (ou sapróvoros): animais que se alimentam de matéria orgânica em decomposição.

Carnívoros: animais que se alimentam de outros animais. Ex.: leão, tigre etc.

Herbívoros: animais que se alimentam de vegetais. Ex.: boi, cavalo, cobra.

Onívoros: apresentam alimentação mista. Ex.: homem.

Parasita: é o ser vivo que vive à custa de outro, podendo alojar-se no interior do corpo (endoparasita) ou permanecer fora do corpo (exoparasita). Exs.: endoparasitas: vermes; exoparasitas: carrapatos.

Hospedeiro: é o ser vivo que aloja em seu corpo um parasita.

Mimetismo: é a capacidade que certos animais têm de imitar um certo aspecto ambiental, a fim de confundir seus predadores (“inimigos”) ou, no caso de um predador, tornar-se menos visível para capturar uma presa.

TESTES

252. Não são vertebrados:
a) peixes
b) insetos
c) aves
d) anfíbios
253. O conceito básico utilizado por **Lineu** para o estabelecimento da classificação foi:
a) espécie
d) gênero
c) filo
d) família
254. O conjunto de gêneros é denominado:
a) subgênero
b) família
c) espécie
d) classes
255. De acordo com o critério de classificação, podemos dizer que há:
a) mais gêneros que espécies
b) mais classes que ordens
c) mais famílias que ordens
d) mais filos que espécies
256. Assinale a alternativa **correta**, de acordo com as regras de nomenclatura:
a) **Ascaris lumbricoides** (lombriga)
b) **Hemidoctilus Mambria** (lagartixa)
c) **taenia Solium** (solitária)
d) **Pulex Irritans** (pulga)
257. Na classificação dos seres vivos, em ordem decrescente, temos:
a) espécie; gênero; família; classe; ordem; filo e reino
b) reino; filo; ordem; classe; família; gênero e espécie
c) reino; filo; classe; família; ordem; gênero e espécie
c) reino; filo; classe; ordem; família; gênero e espécie

III – PROTOZOÁRIOS

São os representantes mais primitivos do reino animal. Apesar de serem formados por uma única célula, são bastante complexos e variados, desempenhando muitas das funções básicas de um animal pluricelular. A maioria é microscópica. Entretanto, alguns podem atingir tamanhos maiores, sendo visíveis mesmo a olho nu.

São encontrados praticamente em todos os ambientes, embora tenham preferência por ambientes úmidos. Podem ter vida livre ou ser parasitas. Existem 4 classes de protozoários: **flagelados**; **rizópodes**; **ciliados** e **esporozoários**.

1. **Flagelados** — animais unicelulares que se locomovem por flagelos; podem ser de vida livre ou parasitas do homem como, por exemplo: o **Trypanosoma Cruzi** que causa a doença de Chagas; o **Trypanosoma gambiense** que causa a doença do sono; o **Leishmania brasiliensis** que causa a úlcera de Bauru (úlcera tropical); o **Giardia lamblia** que causa giardíase (disenterias).

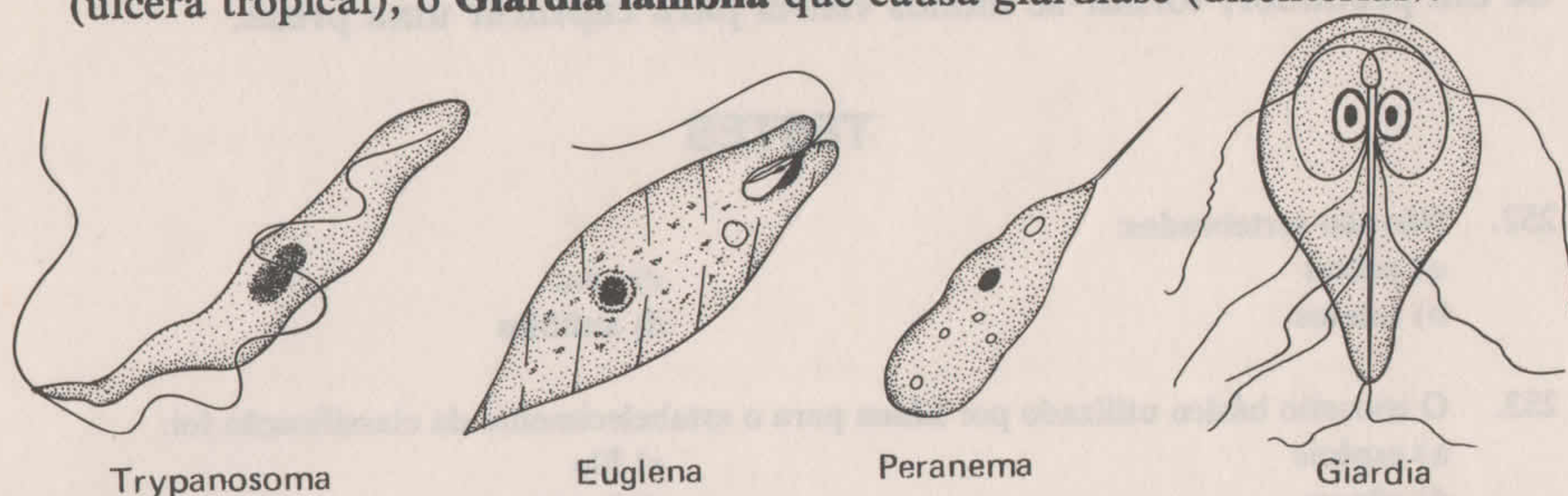


Fig. 7.1 — Flagelados.

2. **Rizópodes** — caracterizam-se pela capacidade de emitir **pseudópodes** (expansões citoplasmáticas) para locomoção e captura de alimentos. Algumas formas são de vida livre e outras são parasitas como, por exemplo: **Entamoeba hystolitica** (amebíase) e **Entamoeba coli**.

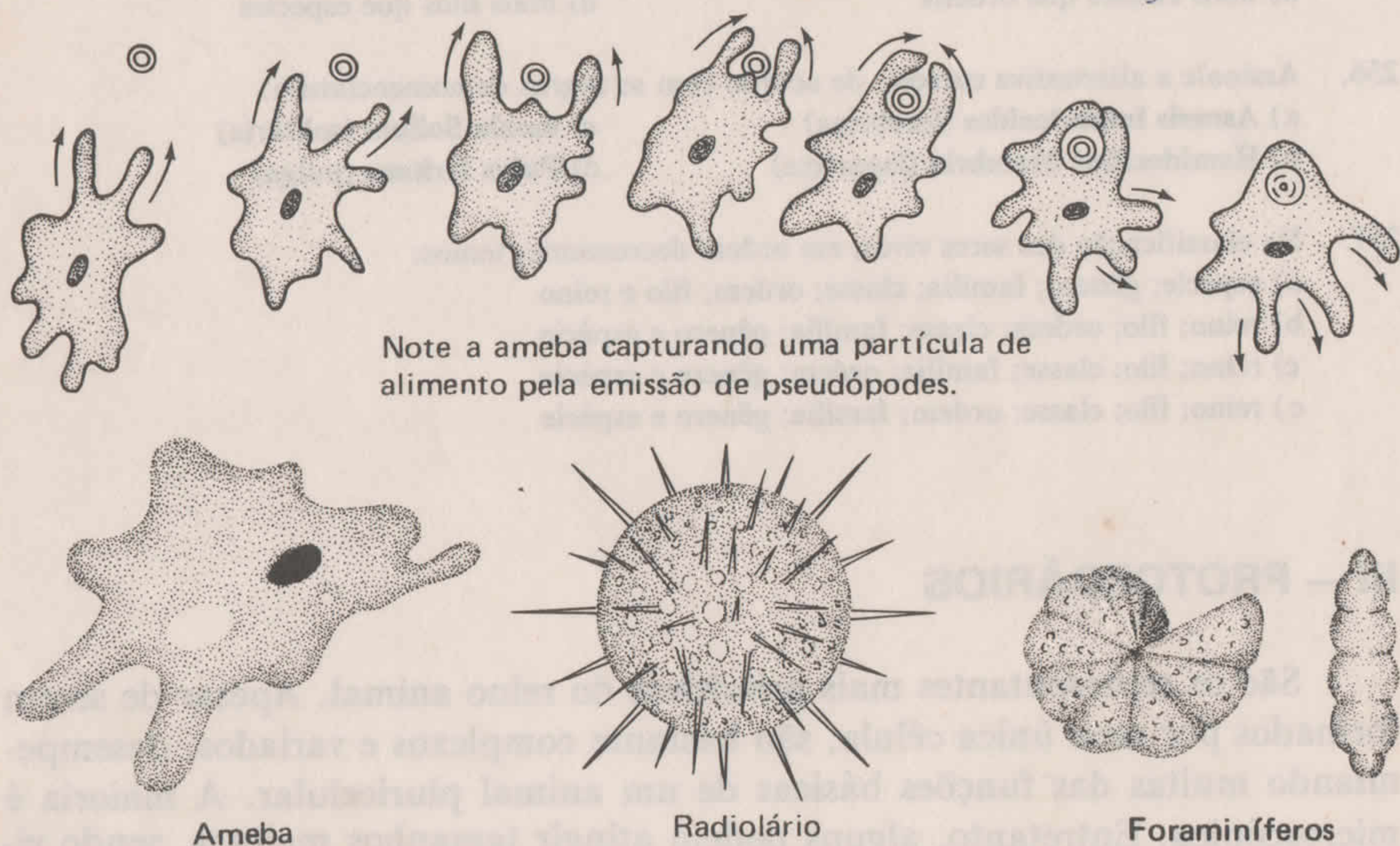


Fig. 7.2 — Rizópodes.

3. **Ciliados** — são protozoários que se locomovem através de cílios. Geralmente de vida livre, vivem em água doce, podendo ser encontrados isolados ou em grupos. Ex.:

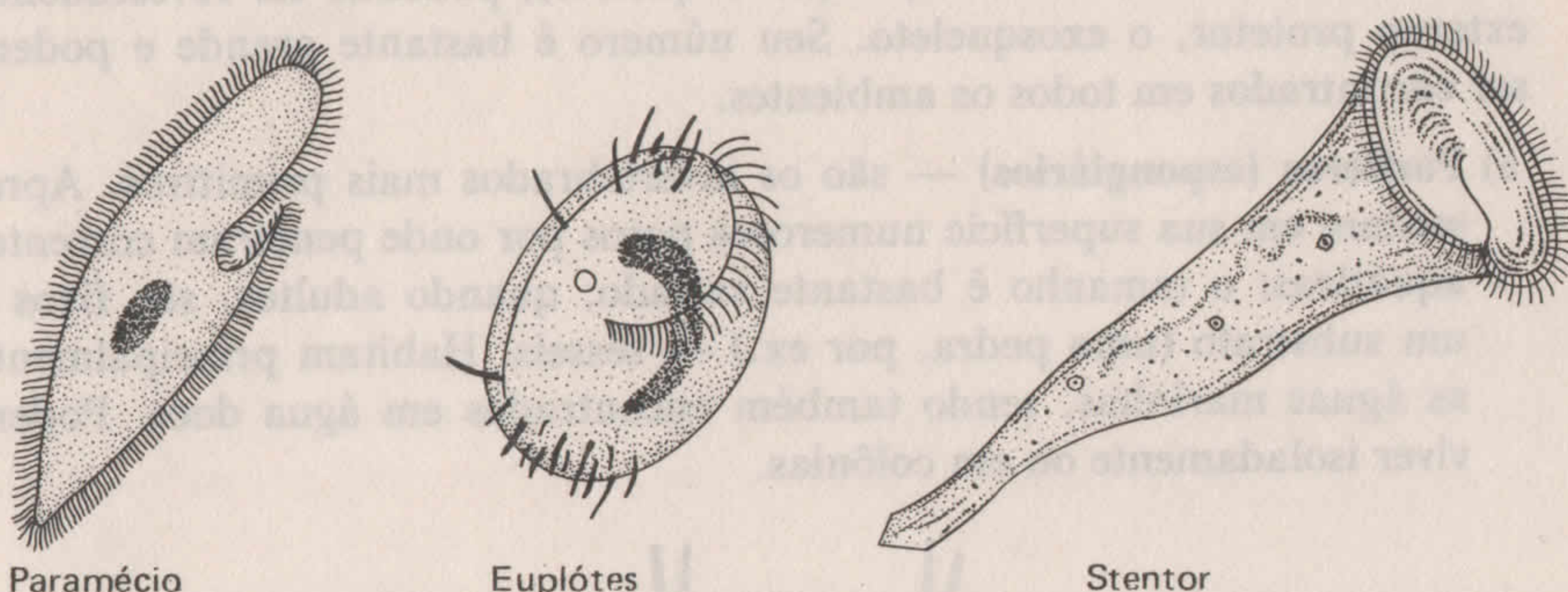


Fig. 7.3 — Ciliados.

4. **Esporozoários** — Protozoários que se reproduzem por esporulação, processo assexuado de reprodução em que o núcleo da célula se divide em vários núcleos e cada um é envolvido por uma “porção” de citoplasma com membrana, formando os **esporos**. A membrana da célula rompe-se e os esporos, caindo em ambiente propício, originam novos protozoários. São parasitas e, em especial, devemos citar o gênero **Plasmodium**, causador da malária (maleita, febre intermitente ou impaludismo). O **Plasmodium** apresenta as seguintes espécies: **Plasmodium vivax**, **Plasmodium falciparum**, **Plasmodium malariae** e **Plasmodium ovale**.

TESTES

258. Os protozoários são animais que se caracterizam por serem:
- a) parasitas
 - b) todos de vida livre
 - c) unicelulares
 - d) microscópicos
259. A ameba se locomove através de:
- a) cílios
 - b) pseudópodes
 - c) flagelos
 - d) não se locomove
260. Associe:
- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| () Doença de Chagas | 1. Leishmania brasiliensis |
| () Doença do sono | 2. Plasmodium falciparum |
| () Malária | 3. Trypanossoma Cruzi |
| () Úlcera de Bauru | 4. Trypanosoma gambiense |

IV — METAZOÁRIOS

1. **Invertebrados** — são animais pluricelulares, primitivos, que não apresentam estrutura interna de sustentação (endosqueleto), podendo ter revestimento externo protetor, o exosqueleto. Seu número é bastante grande e podem ser encontrados em todos os ambientes.

a) **Poríferos (espongiários)** — são os invertebrados mais primitivos. Apresentam em sua superfície numerosos poros por onde penetram correntes aquáticas; o tamanho é bastante variado; quando adultos, são fixos a um substrato (uma pedra, por ex.) — sésseis. Habitam principalmente as águas marinhas, sendo também encontrados em água doce. Podem viver isoladamente ou em colônias.

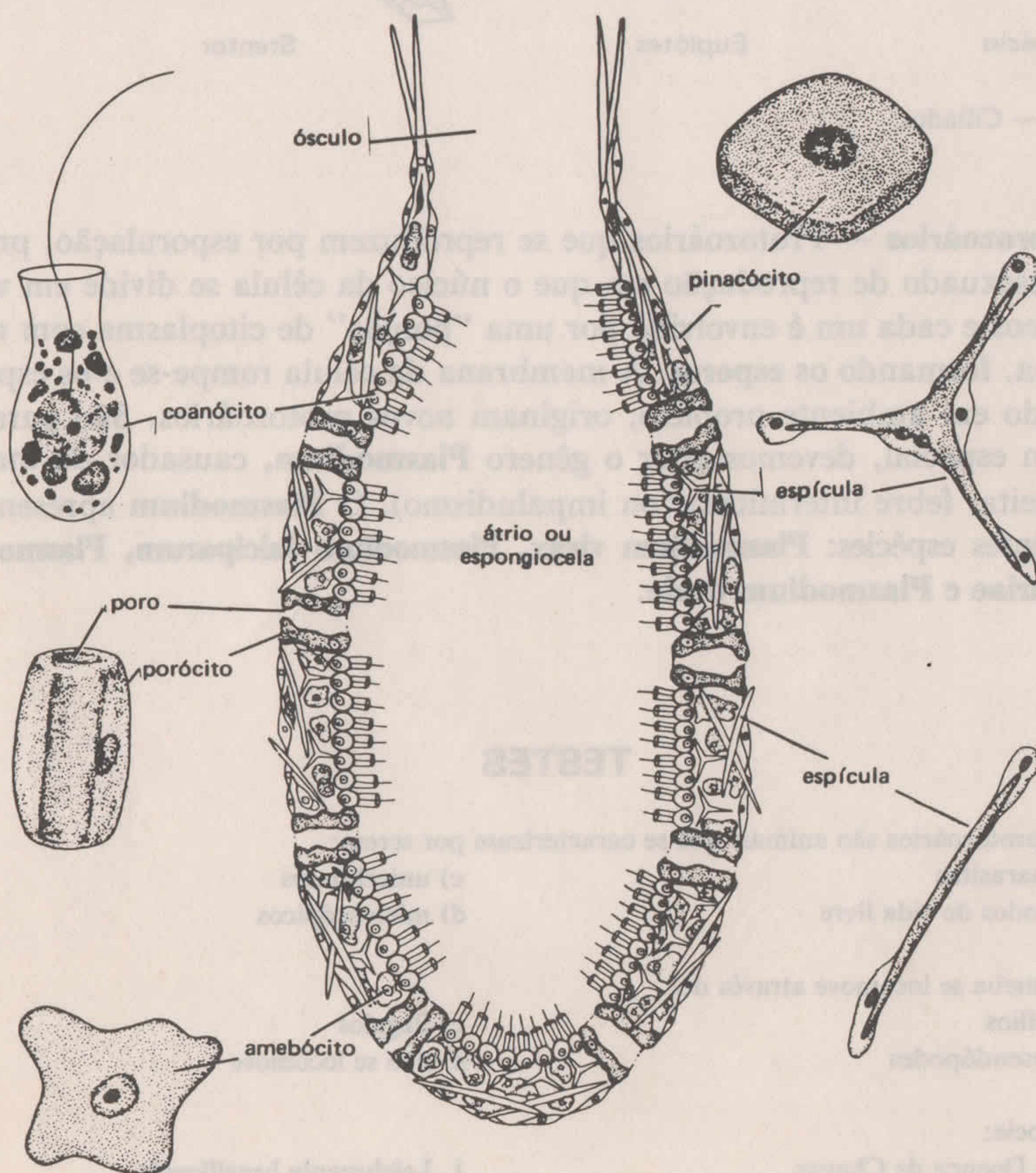


Fig. 7.4 — Esponja simples em corte longitudinal mostrando os tipos de células que a compõem (extraído de Sherman e Sherman)

Em relação à sua estrutura, apresentam-se formados por três camadas. Na camada interna, encontramos células especiais, dotadas de flagelo e de um colarinho, denominadas **coanócitos**, cuja função está relacionada com a captura de alimentos. Os flagelos apresentam movimentos contínuos, o que determina uma corrente aquática que penetra pelos poros laterais e sai por um único orifício, o ósculo, após passar pelo átrio.

A reprodução pode ser sexuada, passando inicialmente por uma fase larvária de vida livre denominada **parenquimula** ou **anfíblástula**, conforme o tipo de esponja. Além da reprodução sexuada, também apresenta reprodução assexuada e grande capacidade de regeneração. Não apresentam sistema nervoso nem sistema circulatório. Ex.: as esponjas.

b) **Celenterados** — caracterizam-se pela presença de uma grande cavidade “intestinal” (**koillos** — oco; **enteron** — intestino).

São animais de vida livre, aquáticos, vivendo isoladamente ou em colônias (a maioria). Alguns celenterados, quando adultos, se apresentam fixos (sésseis). As formas fixas correspondem aos **pólipos** e as livres natantes (móveis) correspondem às **medusas**.

O tamanho é também bastante variado, tendo desde formas microscópicas até macroscópicas.

Em relação à estrutura dos celenterados, estes apresentam três camadas que, de fora para dentro, recebem a seguinte denominação:

Ectoderme — apresenta células mioepiteliais com capacidade de contração; há ainda células nervosas que se ligam entre si, formando o sistema nervoso difuso, e células características dos celenterados, os **cnidoblastos** em forma de cálice alongado, cuja função é defesa pois, uma vez descarregado, libera uma **substância urticante** de defesa que paralisa pequenos animais, os quais, posteriormente, são capturados pelos tentáculos, servindo de alimento.

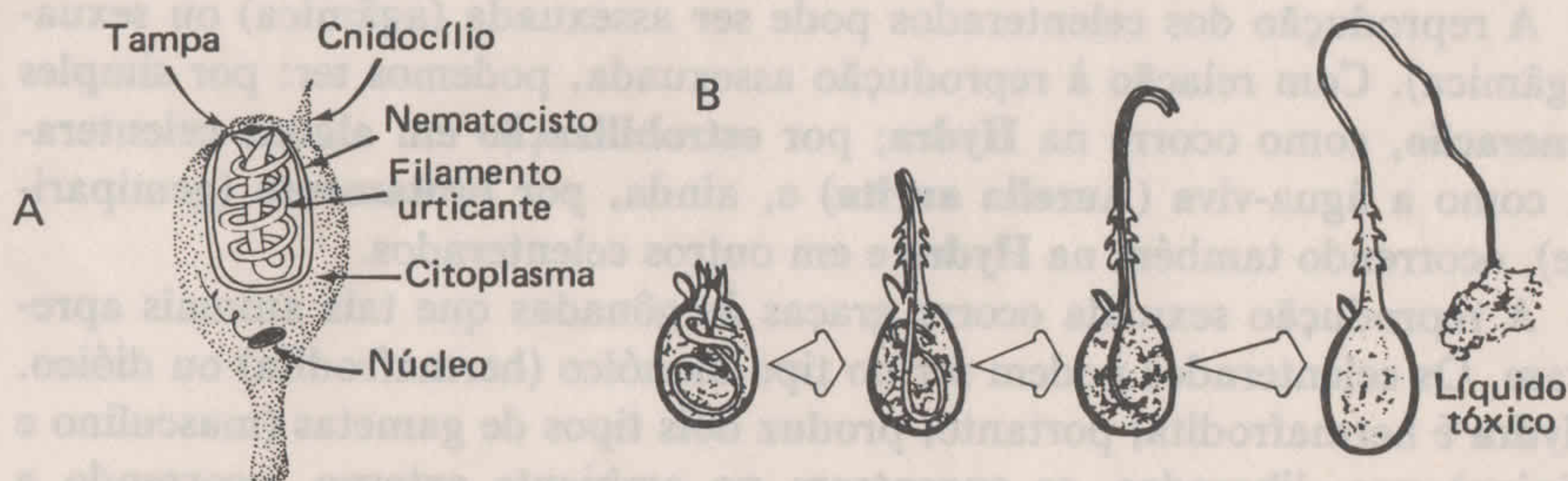


Fig. 7.5 — A, cnidoblasto com nematocisto; B, nematocisto do tipo *penetrante* em processo de descarga do filamento, liberando finalmente o líquido tóxico contido no interior da cápsula urticante.

Mesogléia — camada gelatinosa não formada por células, encontrada entre a endoderme e a ectoderme.

Endoderme — apresenta células relacionadas com a digestão dos alimentos, pois produzem enzimas digestivas e reveste a cavidade gástrica.

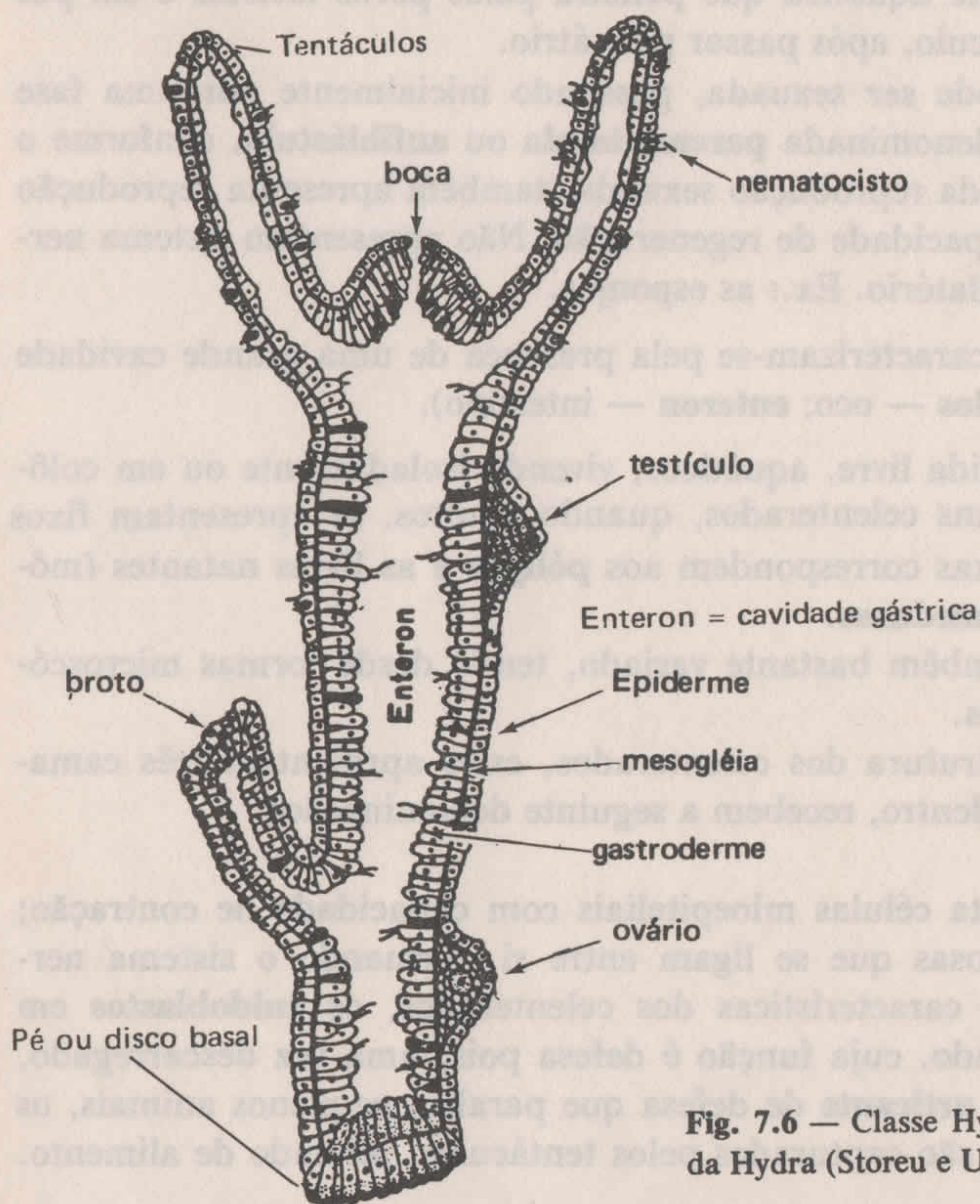


Fig. 7.6 — Classe Hydrozoa. Corte longitudinal da Hydra (Storeu e Usinger).

A reprodução dos celenterados pode ser assexuada (agâmica) ou sexuada (gâmica). Com relação à reprodução assexuada, podemos ter: por simples **regeneração**, como ocorre na **Hydra**; por **estrobilização** em alguns celenterados, como a água-viva (**Aurelia aurita**) e, ainda, por **brotamento** (gemiparidade), ocorrendo também na **Hydra** e em outros celenterados.

A reprodução sexuada ocorre graças às gônadas que tais animais apresentam. Os celenterados podem ser do tipo monóico (hermafrodita) ou dióico. A **Hydra** é hermafrodita; portanto, produz dois tipos de gametas (masculino e feminino) que, liberados, se encontram no ambiente externo, ocorrendo a **fecundação**. Se os gametas que se fecundam tiverem sido produzidos pela mesma **Hydra**, ocorre **autofecundação**; porém, se os gametas se originaram de organismos diferentes, dizemos **fecundação cruzada**. Certas classes de celen-

terados apresentam reprodução **sexuada por alternância de gerações** (metagênese). Estes animais apresentam as duas formas características dos celenterados: **pólipo** e **medusa**.

Vejamos o ciclo reprodutivo da **Obelia sp**:

A **obelia** é formada por uma “colônia” de pólipos que apresentam funções diferentes. Os **gonozóides** (pólipo encarregado da reprodução) produzem, pelo processo assexuado, **medusas** que nadam livremente e representam uma geração sexuada, pois produzem gametas (células reprodutoras) masculinos e femininas. Estes gametas, liberados, unem-se no meio aquático, onde ocorre a fecundação, formando o zigoto ou célula-ovo. Este desenvolve-se e forma uma larva, a **plânula**, que se apresenta ciliada e livre até fixar-se, ocasião em que, continuando o desenvolvimento, formará novamente uma **obelia** adulta que, por sua vez, reiniciará o ciclo.

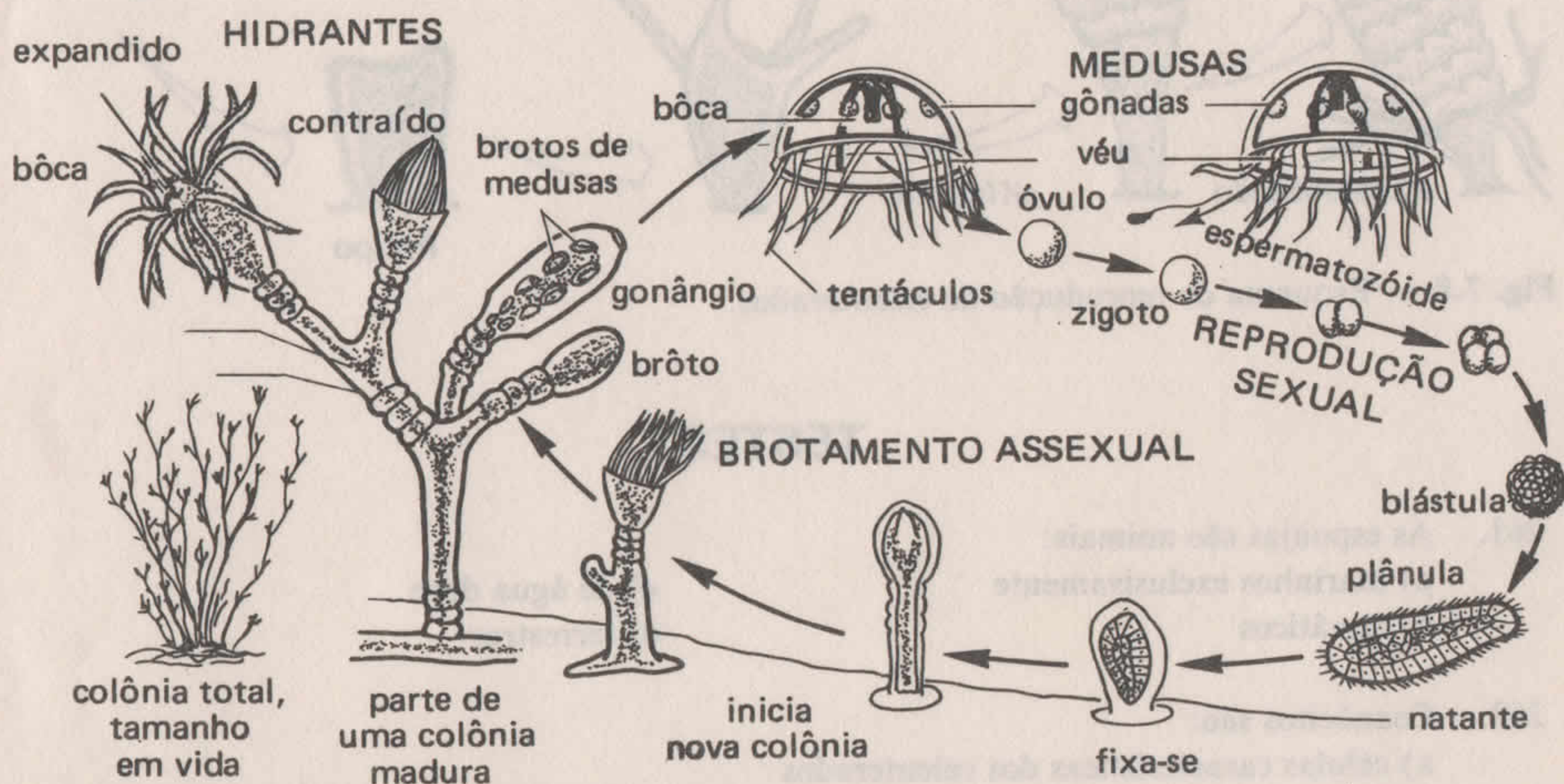


Fig. 7.7 — Ciclo reprodutor.

Vejamos agora o ciclo reprodutivo da **Aurelia aurita** (água-viva):

Geralmente, as formas em **medusas** são de sexos separados, sendo a fecundação interna. A evolução embrionária ocorre até a formação da larva (a plânula) que, após libertar-se do corpo materno, nada até fixar-se e formar um **pólipo**. Este, após atingir o “tamanho adulto”, começa a sofrer um processo de segmentação, originando as **éfiras** (medusas jovens). Tal processo de segmentação é denominado **estrobilização**.

Outros celenterados, como as **actínias** (anêmonas-do-mar), vivem isolados e fixos em rochas e, dado à sua forma, são denominados “flores do mar”. Os **corais**, por sua vez, vivem em colônias, apresentam uma estrutura calcária e cores variadas. Da morte dos corais restam as estruturas calcárias que, reunidas, formam os recifes, barreiras que chegam a impedir a navegação, e os atóis. Estes grupos apresentam-se unicamente sob a forma de **pólipos**.

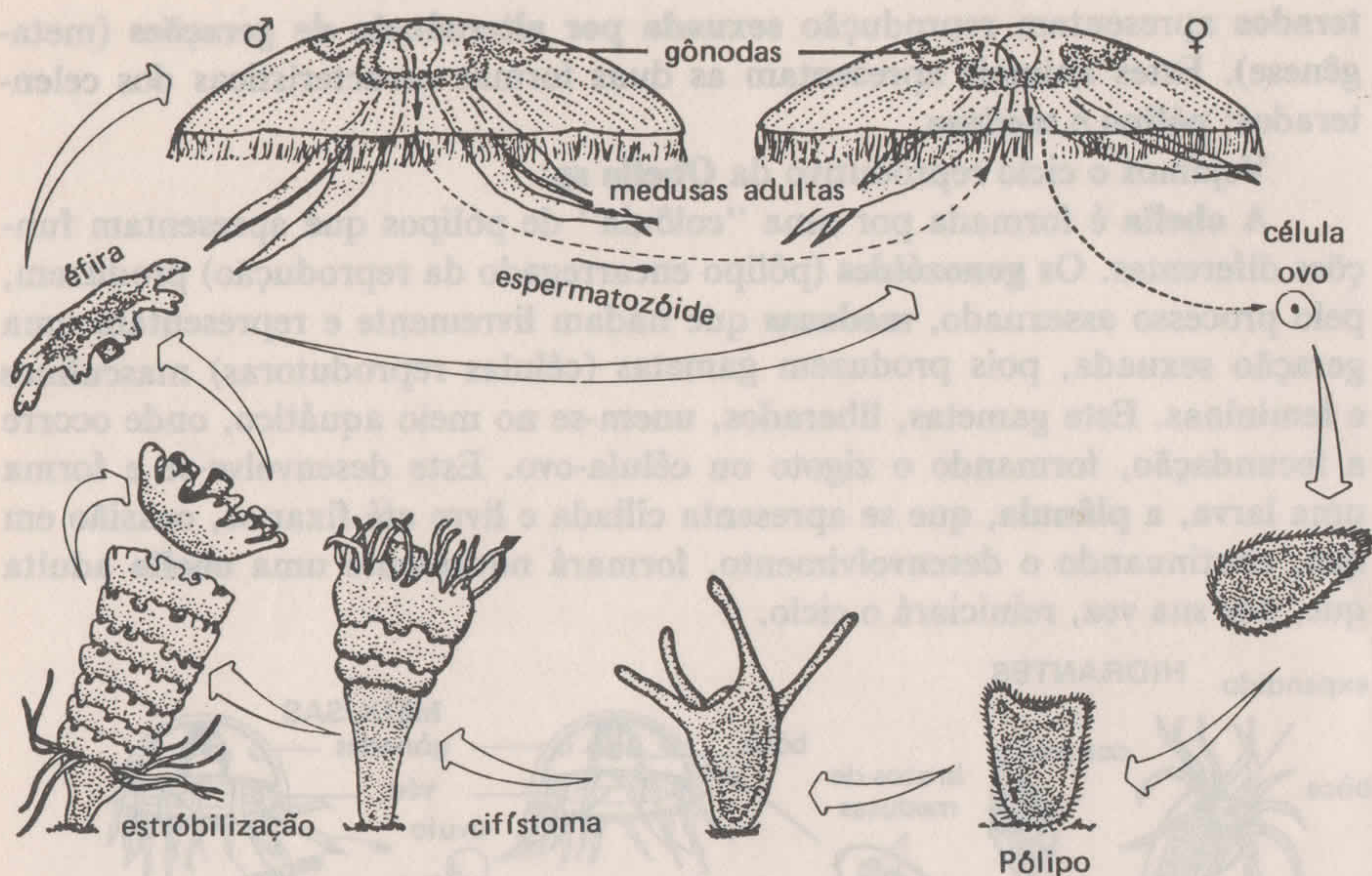


Fig. 7.8 — Esquema de reprodução de celenterados.

TESTES

261. As esponjas são animais:
- a) marinhos exclusivamente
 - b) aquáticos
 - c) de água doce
 - d) terrestres
262. Coanócitos são:
- a) células características dos celenterados
 - b) células características dos espongiários (poríferos)
 - c) células reprodutoras
 - d) formas jovens dos poríferos
263. O sistema nervoso dos celenterados:
- a) não apresenta sistema nervoso
 - b) é difuso
 - c) é ganglionar
 - d) é o mais evoluído dos seres vivos
264. Capturar alimentos e manter uma corrente aquática contínua de água fluindo pelo corpo da esponja é uma função:
- a) do átrio
 - b) dos coanócitos
 - c) da ectoderme
 - d) das gônadas
265. Água-viva é um tipo de animal que pertence ao grupo dos:
- a) espongiários
 - b) moluscos
 - c) celenterados
 - d) platielmintos

c) **Platelmintos** (**platis** = chato, **helmentos** = verme) — são vermes que se caracterizam por apresentarem o corpo achatado, tendo vida livre ou sendo parasitas. Quando de vida livre, podem ser encontrados em água doce, salgada ou terra úmida. Apresentam-se classificados em **turbelários**, **trematóides** e **cestóides**.

Turbelários: são animais de vida livre, corpo achatado e revestido de cílios, encontrados em água doce, salgada ou terra úmida. O representante principal é a **planária**. Apresentam grande capacidade de **regeneração** e possuem gônadas masculinas e femininas. São, portanto, hermafroditas.

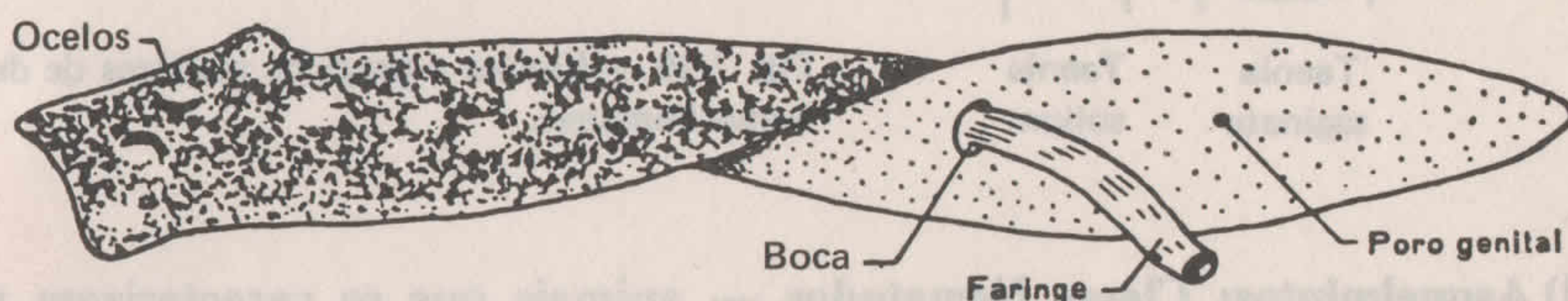


Fig. 7.9 — Classe Turbelários. Planária

Trematóides: animais exclusivamente parasitas, de sexos separados e de reprodução sexuada. Os principais representantes são: **Schistosoma mansoni**, verme causador da esquistossomose ou barriga d'água; **Fasciola hepatica**, parasita do fígado do carneiro, podendo também parasitar o homem, causando-lhe icterícia.

Cestóides: animais exclusivamente parasitas e hermafroditas. Apresentam um corpo alongado, em forma de fita, segmentado, atingindo grande comprimento (quase 14 metros) em alguns casos. Em seu corpo reconhecemos três regiões características:

- cabeça ou escólex** — através da qual ocorre a fixação do animal no interior do hospedeiro, graças às ventosas e ganchos que aí podem estar presentes.
- pescoço ou colo** — segue-se à cabeça, região muito fina e curta. Nesta região são produzidos os **anéis** ou **proglotes**.
- corpo ou estróbilo** — formado pelos proglotes que, de acordo com sua maturidade, são divididos em **proglotes jovens** ou **imaturos**; **maduros** e, finalmente **proglotes grávidos**, repletos de ovos. Estes últimos soltam-se e são eliminados junto com as fezes do indivíduos.

Enquanto isso, novos proglotes formam-se no pescoço ou colo.

Os representantes mais importantes são: **Taenia solium** e **Taenia saginata**, ambas denominadas solitárias. A primeira adquire-se pela ingestão de carne de porco crua ou mal cozida e a segunda, através da carne de boi.

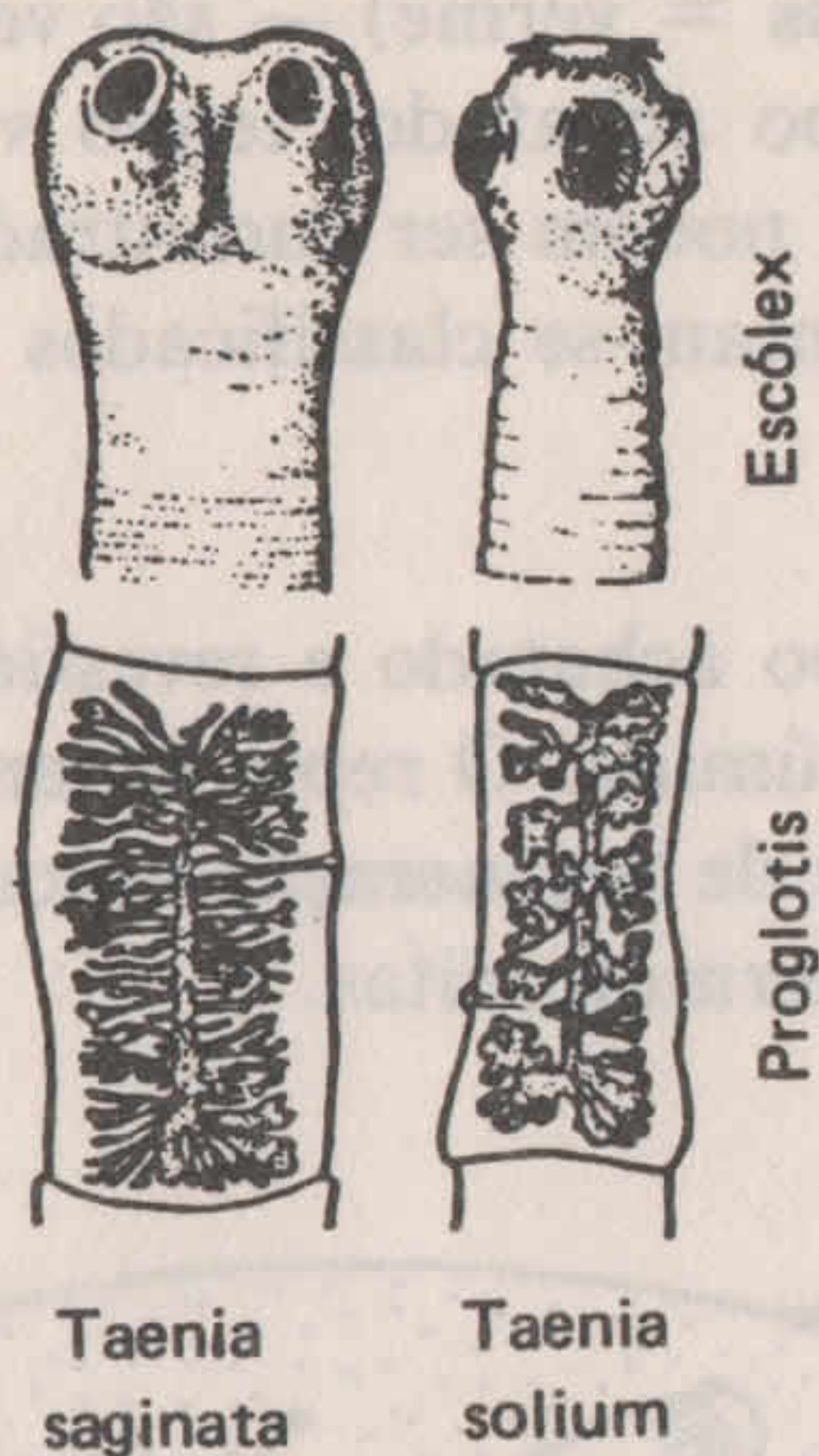


Fig. 7.10 — Escólex e proglotis maduros de duas tenias humanas.

d) **Asquelmintos: Classe Nematodos** — animais que se caracterizam por apresentarem corpo cilíndrico filamentoso e não segmentado. Possuem sistema digestivo com boca, faringe, esôfago, tubo digestivo e ânus.

Podem ser aquáticos ou terrestres. Alguns são predadores; porém grande parte é de hábitos parasitários.

Deste grupo devemos apenas citar alguns parasitas importantes, devido às doenças que determinam no homem. Apresentam sexos separados com dimorfismo sexual e sistema nervoso ganglionar.

Os principais representantes são: **Ascaris lumbricoides** (lombriga ou bicha); **Ancylostoma duodenalis**, que causa o **amarelão** ou **opilação**; **Oxiurus vermicularis**, parasita no intestino grosso e que provoca prurido (coceira) anal. **Wuchereria bancrofti**, também conhecido como filária, causador de uma doença que compromete os vasos linfáticos denominada “**elefantíase**” ou “**filariose**” ou “**filariase**”.

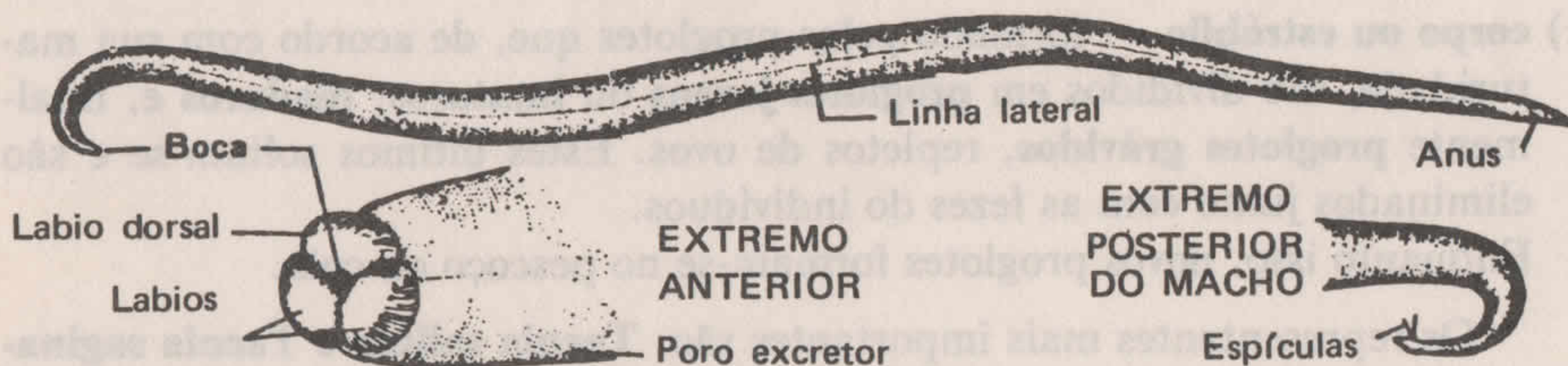


Fig. 7.11 — Classe Nematodos. Caracteres externos da lombriga intestinal, *Ascaris lumbricoides*.

e) **Anelídeos** — animais de corpo cilíndrico, alongado e formado por anéis denominados **metâmeros** (que são iguais), com exceção dos primeiros e últimos, os quais formam, respectivamente, “cabeça” e “cauda”. Podem ser de sexos separados (dióicos) ou hermafroditas (monóicos).

São os únicos invertebrados a apresentar sistema circulatório fechado. Apresentam aparelho digestivo completo, sistema nervoso ganglionar e respiração “branquial” e/ou **cutânea** (através do tegumento). São encontrados em ambiente aquático e terrestre (terra úmida). Apresentam-se classificados em **poliquetos**, **oligoquetos** e **hidrudíneos**.

Poliquetos (**poli** = muito; **quetos** = cerdas): marinhos, apresentam muitas cerdas, sexos separados e respiração branquial. Ex.: **Nereis**, **Eunice**.

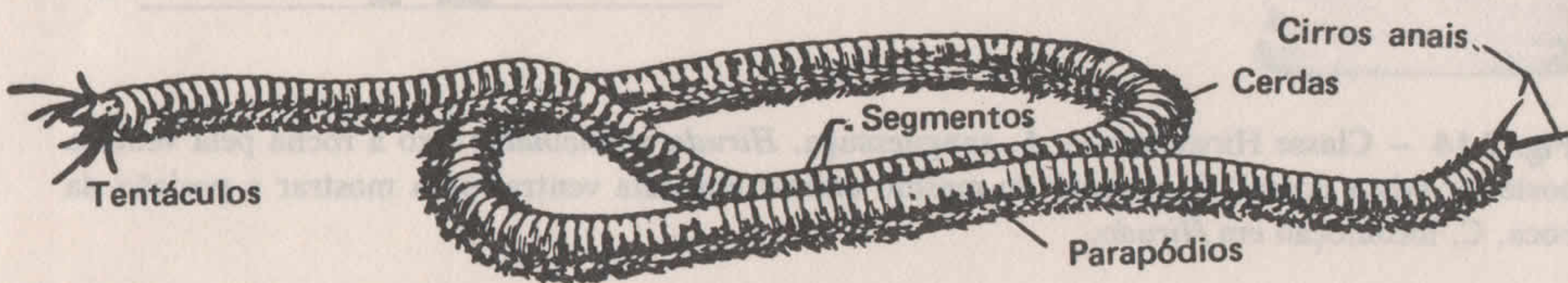


Fig. 7.12 — Classe Poliquetos. *Neanthes virens*. Morfologia externa.

Oligoquetos (**oligo** = pouco): principais representantes dos anelídeos: neste grupo, destaca-se a **minhoca**. Apresentam poucas cerdas, respiração cutânea não apresentam cabeça distinta, são hermafroditas. Ex.: **Lumbricus terrestris** (minhoca européia); **Pheretima hawaiana** (minhoca louca).

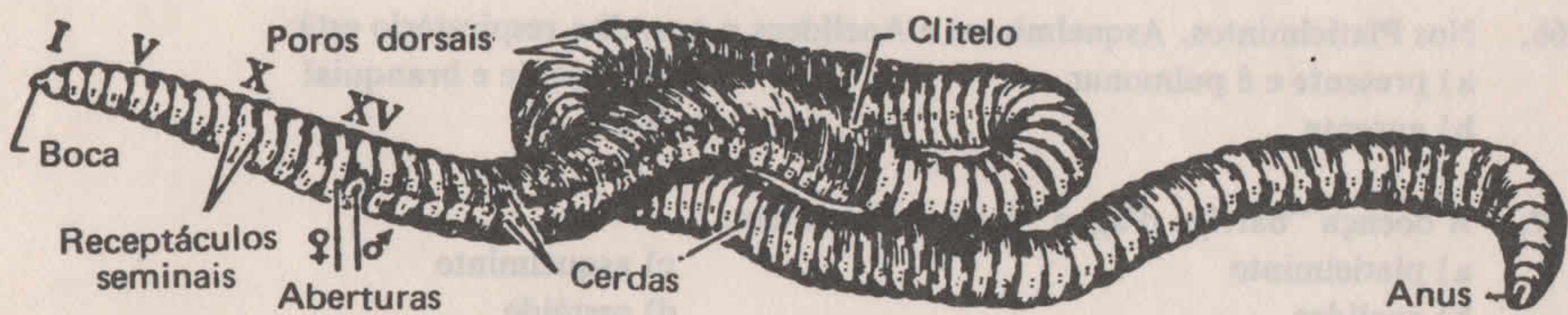


Fig. 7.13 — Classe Oligoquetos. A minhoca, *Lumbricus terrestris*; caracteres externos. I, V, etc., segmentos.

Hirudíneos: não possuem cerdas, são aquáticos e, ocasionalmente, ectoparasitas do homem, de quem sugam o sangue (hematófagos). A respiração é cutânea, apresentam na extremidade da “cabeça” uma ventosa que serve tanto para locomoção como para fixação no hospedeiro. O principal representante é a **sanguessuga** (**Hirudo medicinalis**), antigamente utilizada em medicina para pequenas sangrias.

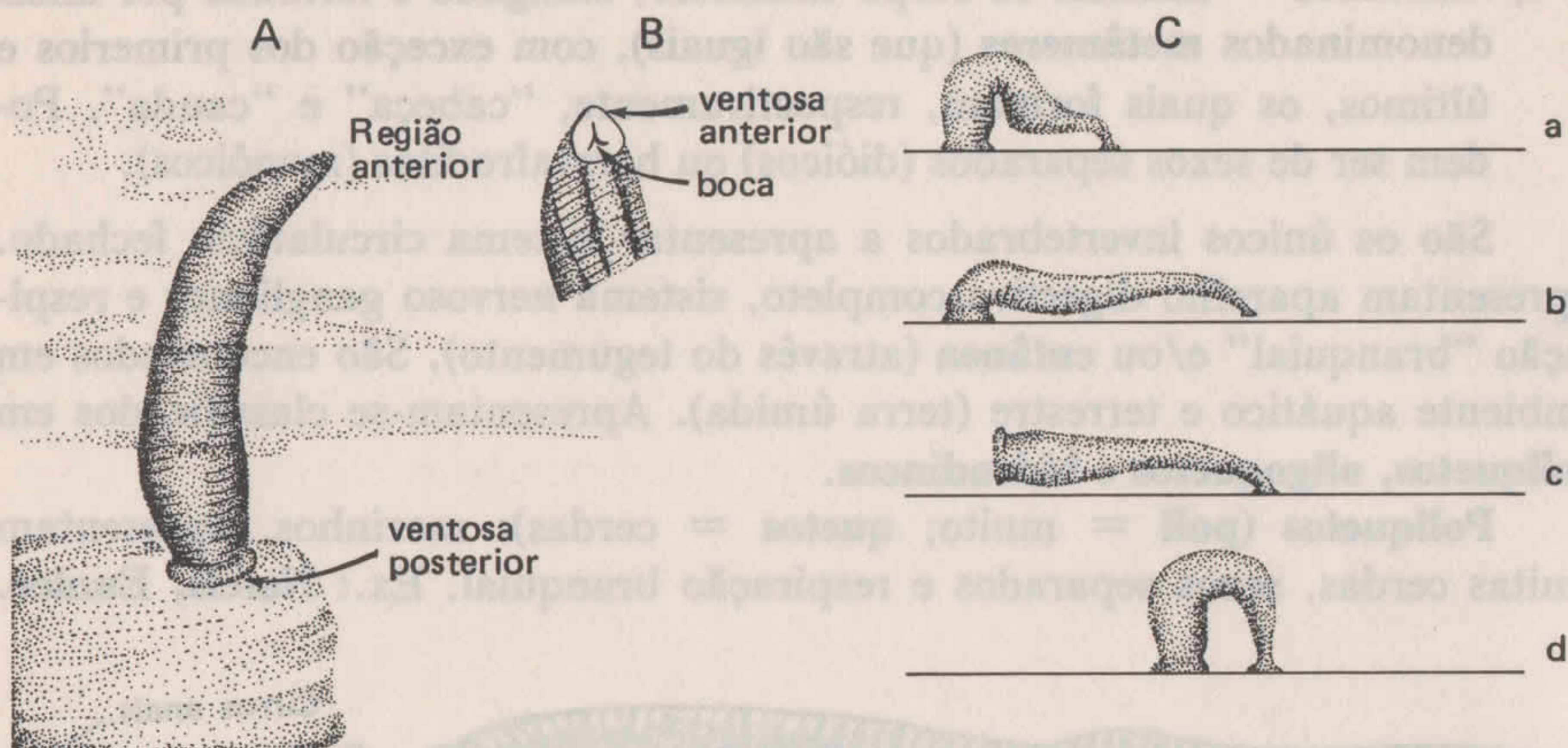


Fig. 7.14 – Classe Hirudinea — A, sanguessuga, *Hiruda medicinalis* fixo à rocha pela ventosa posterior (vista dorsal) B, aspecto do mesmo animal em vista ventral para mostrar a posição da boca, C, locomoção em *Hirudo*.

Importância dos Anelídeos — as minhocas apresentam grande importância para a agricultura. Beneficiam o solo, revolvendo a terra e, através de seus “túneis”, formam verdadeiras galerias que, além de permitirem melhor arejamento da terra, melhoram as condições de drenagem de água. Suas dejeções são importantes e possuem substâncias indispensáveis ao crescimento vegetal.

TESTES

266. Nos Platielmintos, Asquelmintos e Anelídeos o aparelho respiratório está:
- presente e é pulmonar
 - ausente
 - presente e branquial
 - n.d.a.
267. A doença “barriga d’água” é causada por um:
- platielminto
 - anelídeo
 - asquelminto
 - cestóide
268. Em relação ao sexo, a **maioria** dos Platielmintos é:
- hermafrodita
 - monóica
 - dióica
 - as alternativas **a** e **b** são corretas
269. As solitárias são vermes chatos denominados:
- platielmintos
 - nematielmintos
 - anelídeos
 - todas são corretas
270. Em relação ao habitat, os Asquelmintos podem ser:
- de água doce
 - de águas marinhas
 - parasitas e de solos úmidos
 - todas são corretas

271. Apresentam aparelho digestivo completo:
 a) anelídeos somente
 b) anelídeos e asquelmintos
 c) platielmintos e asquelmintos
 d) anelídeos e platielmintos
272. A minhoca apresenta respiração _____ e circulação _____.
 a) cutânea; fechada
 b) cutânea; aberta
 c) branquial; fechada
 d) branquial; aberta
273. Minhoca, sanguessuga e nereis são exemplos de:
 a) anelídeos
 b) celenterados
 c) cobras
 d) asquelmintos
274. *Ascaris lumbricoides*; *Wuchereria bancrofti*. *Ancylostoma duodenalis* são vermes parasitas do homem e causam, respectivamente, as seguintes doenças:
 a) doença de Chagas; ascaridíase, amarelão
 b) ascaridíase; elefantíase; doença de Chagas
 c) ascaridíase; amarelão; elefantíase
 d) ascaridíase; elefantíase; amarelão
275. O sistema nervoso dos Asquelmintos e Anelídeos é:
 a) difuso
 b) centralizado
 c) ausente
 d) ganglionar

f) **Artrópodes** — os Artrópodes caracterizam-se pela presença de patas articuladas (**artos** = articulação; **podos** = pés) e representam 80% do reino animal.

Além das patas articuladas, também apresentam segmentos articulados. Uma das características bem típicas dos artrópodes é a presença de exosqueleto quitinoso (**quitina** = polissacarídeo).

CLASSIFICAÇÃO

Insetos (Hexápodes)

Os insetos são animais cuja característica fundamental é a presença de 3 pares de patas. Daí a denominação hexápodes (**hexa** = seis). São os únicos invertebrados que, ao lado das aves, morcegos e alguns répteis extintos, conquistaram o ar, isto é, são capazes de voar. Existem mais de 720 000 espécies diferentes de insetos; ocupam geralmente o ambiente terrestre, podendo ser encontrados, porém, em água doce e salgada.

Apresentam o corpo dividido em cabeça, tórax e abdômen. Na cabeça encontramos um par de antenas para tato e olfato, olhos simples e compostos e, na boca, peças bucais, formando o aparelho bucal especializado de acordo com as necessidades alimentares do animal. Assim, na barata, no gafa-

nhoto, encontramos peças bucais mastigadoras; na borboleta, uma espécie de tromba que serve para sugar néctar das flores; nos mosquitos, esta peça assemelha-se a uma agulha que serve para sugar sangue e, nas abelhas, serve para lamber. No tórax estão presentes 3 pares de patas e as asas (a maioria dos insetos tem 2 pares de asas = tetrápteros; alguns têm um par apenas = dípteros; e outros sem = ápteros).

A respiração dos insetos se faz através de um aparelho respiratório chamado **sistema respiratório traqueal**. O oxigênio do ar penetra no corpo do inseto através de orifícios existentes no tórax e no abdômen. Esses orifícios são denominados **estigmas** ou **espiráculos** e estão em comunicação com canais muito finos que se ramificam pelo interior do corpo. Esses canais têm reforços espiralados chamados **traquéias**, as quais levam para os órgãos e tecidos internos o oxigênio do ar, servindo também para conduzir o gás carbônico dos órgãos para fora do corpo do inseto.

Os insetos apresentam sistema circulatório aberto, sistema nervoso ganglionar e órgãos excretores chamados túbulos de Malpighi.

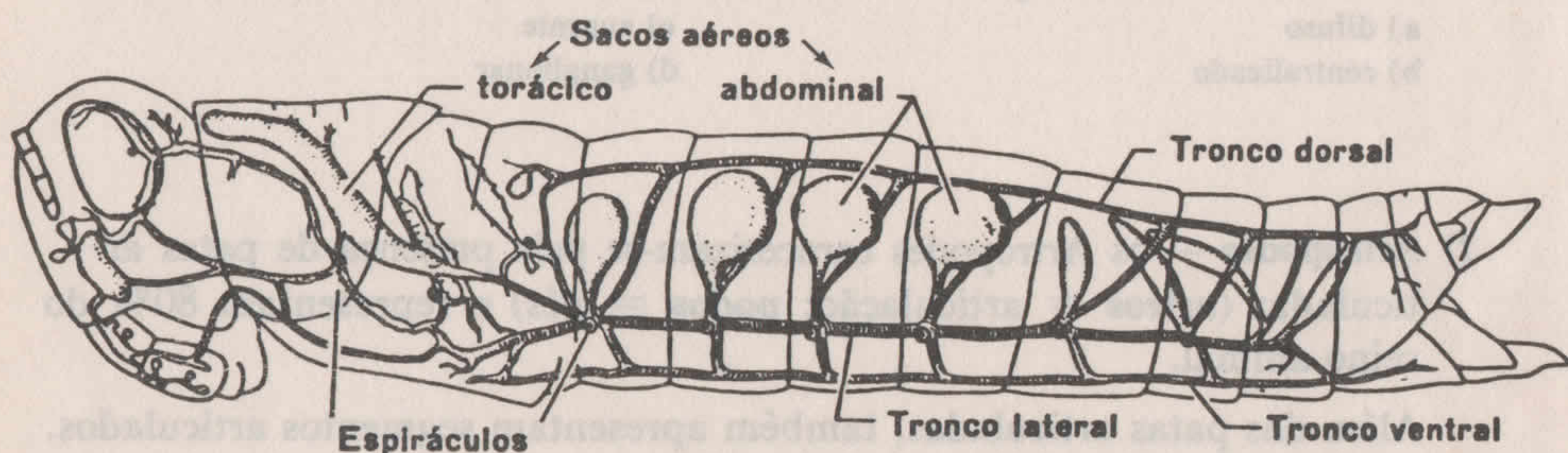


Fig. 7.15 — O gafanhoto. Sistema respiratório. Espiráculos, troncos traqueais e sacos aéreos do lado esquerdo (Riley, 1878 — modificado).

Ao lado da utilidade de alguns insetos (como as abelhas, bicho-da-seda e todos os outros que agem como elementos polinizadores), encontramos grande número de insetos prejudiciais ao homem, pois, além de prejudicarem plantações (gafanhotos, certas larvas etc.), muitos insetos são transmissores de doenças diversas.

Os insetos apresentam reprodução assexuada e sexuada. A reprodução assexuada ocorre por partenogênese e é encontrada somente em alguns insetos. A reprodução sexuada apresenta fecundação interna enquanto que o desenvolvimento poderá ser:

- a) **direto** (ametábolos), isto é, do ovo ou zigoto temos o desenvolvimento de uma forma jovem semelhante à adulta (imago).
- b) **indireto**, isto é, do ovo (zigoto) temos o desenvolvimento de formas jovens diferentes das adultas. A estas formas jovens denomina-se geralmente larvas.

Nesse caso, encontramos:

holometábolos (**holo** = total, **metábolo** = mudança): que apresentam metamorfose completa. O desenvolvimento, nesse caso, segue a seqüência: ovo → larva → pupa → adulto (imago).

hemimetábolos (**hemi** = meio): que apresentam metamorfose incompleta; portanto, o desenvolvimento segue a seqüência: ovo → larva → ninfa → adulto (imago).

A metamorfose para o adulto é gradual, passando por vários estágios ninfais.

Os insetos apresentam algumas ordens:

Coleópteros: besouros e vagalumes.

Dípteros: moscas e mosquitos.

Lepidópteros: borboletas e mariposas.

Himenópteros: abelhas e formigas

Hemípteros: percevejos, barbeiro etc.

Homópteros: cigarras

Ortópteros: barata, grilo, gafanhoto etc.

Odonatos: libélula

Sifonápteros: pulgas

Tisanuros: traça do livro.

Crustáceos

São artrópodes encontrados principalmente em ambiente aquático, na maioria marinhos, embora existam alguns terrestres.

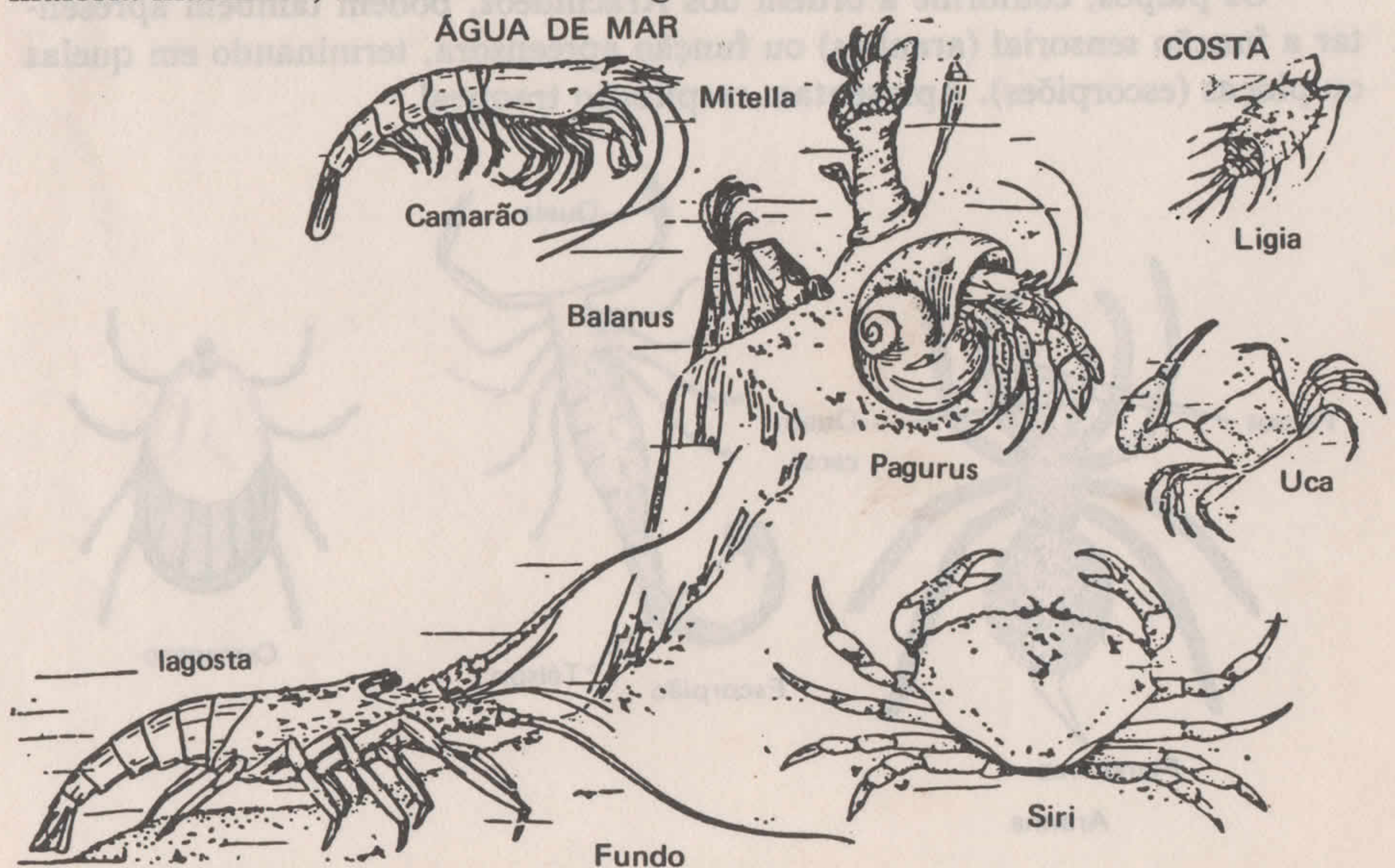


Fig. 7.16 — Classe Crustáceos. Algumas formas marinhas.

Apresentam exosqueleto com impregnação calcária, sendo bastante resistente.

Apresentam o corpo dividido em **cefalotórax** e **abdômen**. A respiração é branquial, a circulação, aberta, o sistema nervoso é ganglionar e os órgãos excretores são as chamadas “glândulas verdes”, situadas no cefalotórax.

No cefalotórax (cabeça + tórax), encontramos um par de antenas e um par de antênulas. A reprodução é sexuada e o desenvolvimento é indireto; a forma larvária corresponde ao **nauplius**, embora apresente outras formas larvárias.

O crescimento, devido ao exosqueleto, é limitado. Crescem por mudas ou ecdises, isto é, até certo ponto, após o que perdem o exosqueleto formado; em seguida, crescem novamente e formam novo exosqueleto até atingirem o tamanho adulto.

Fazem parte desta classe os siris, caranguejos, camarões, lagostas, baratas-de-praia, tatuzinhos-de-jardim, cracas etc.

Aracnídeos

Apresentam corpo dividido em cefalotórax e abdômen. Exemplos de aracnídeos são as aranhas, escorpiões e carrapatos.

No cefalotórax encontramos 8 ocelos simples, além de um par de pedipalpos para apreensão de alimentos, e um par de quelíceras canaliculadas que inoculam veneno. Encontramos também 4 pares de patas.

Os palpos, conforme a ordem dos Aracnídeos, podem também apresentar a função sensorial (aranhas) ou função apreensora, terminando em quelas ou pinças (escorpiões). Apresentam respiração traqueal.

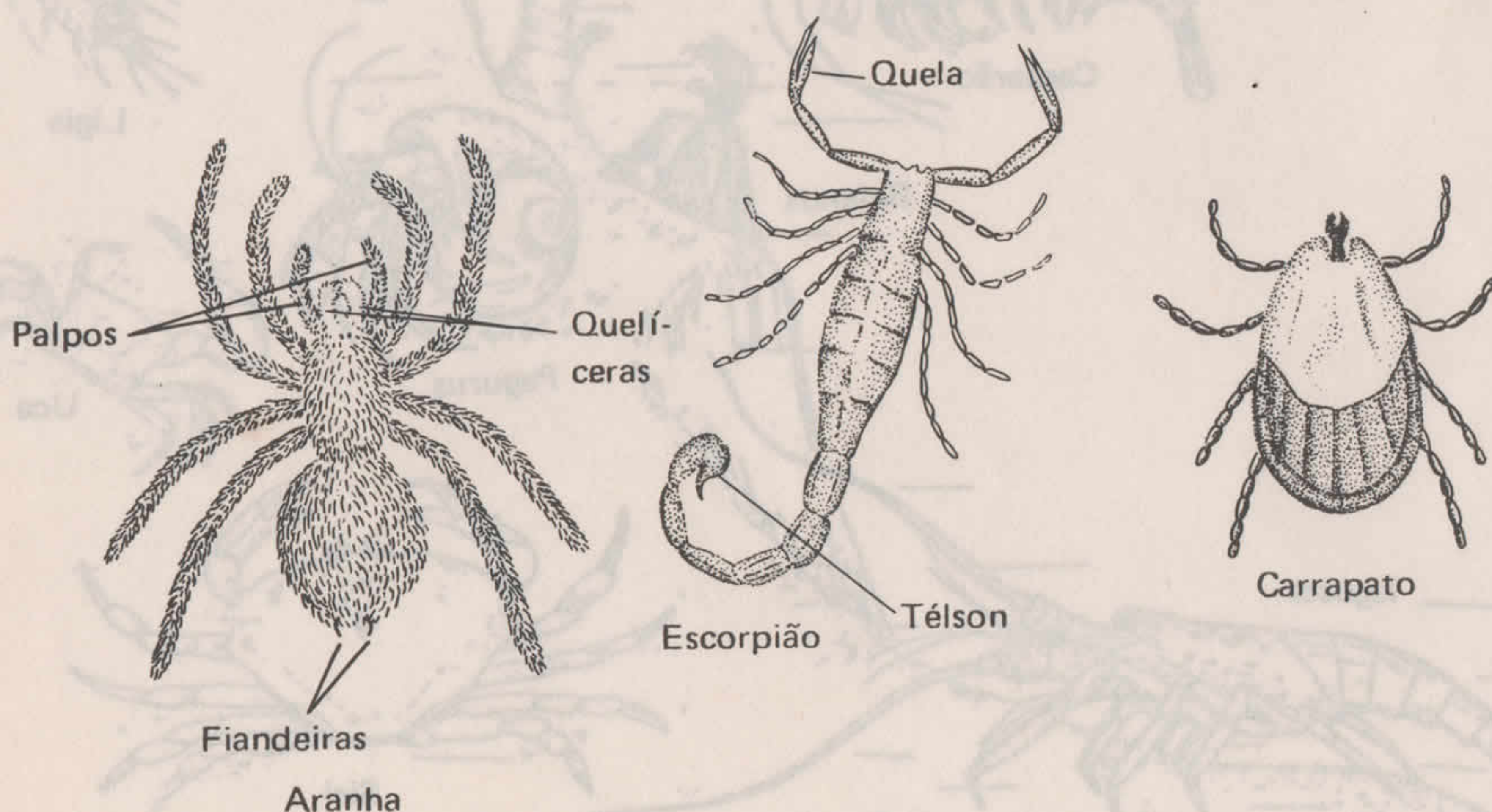


Fig. 7.17 — Aracnídeos.

No abdômen das aranhas, em sua extremidade, encontramos quatro a seis fiandeiras por onde sai um líquido que, em contato com o ar, endurece. Com ele a aranha forma sua “teias”. O abdômen dos escorpiões termina tal qual um tubo alongado e curvo, pós-abdômen, em cuja extremidade se encontra o **télson**, que inocula veneno.

Note que, nas aranhas, a glândula de veneno se encontra na cabeça enquanto que, no escorpião, no pós-abdômen.

Outros aracnídeos são os carrapatos, geralmente ectoparasitas e hematófagos (sugam sangue). O agente causador da sarna (**Sarcoptes scabiei**) e o agente que provoca o cravo (**Demodex folliculorum**) pertencem à ordem dos ácaros.

Miriápodes

Animais exclusivamente terrestres, apresentando cabeça e tronco. O corpo é todo segmentado e pode apresentar 1 ou 2 pares de patas por segmento conforme o grupo. Assim, os **quilópodes** apresentam um par de patas por segmento; o exemplo mais conhecido é a lacraia (centopéia) que apresenta o primeiro par de patas transformados em forcípulas inoculadoras de veneno. Os **diplópodes** apresentam dois pares de patas por segmento e são inofensivos ao homem, vivendo em ambientes úmidos. Ex.: piolho-de-cobra.

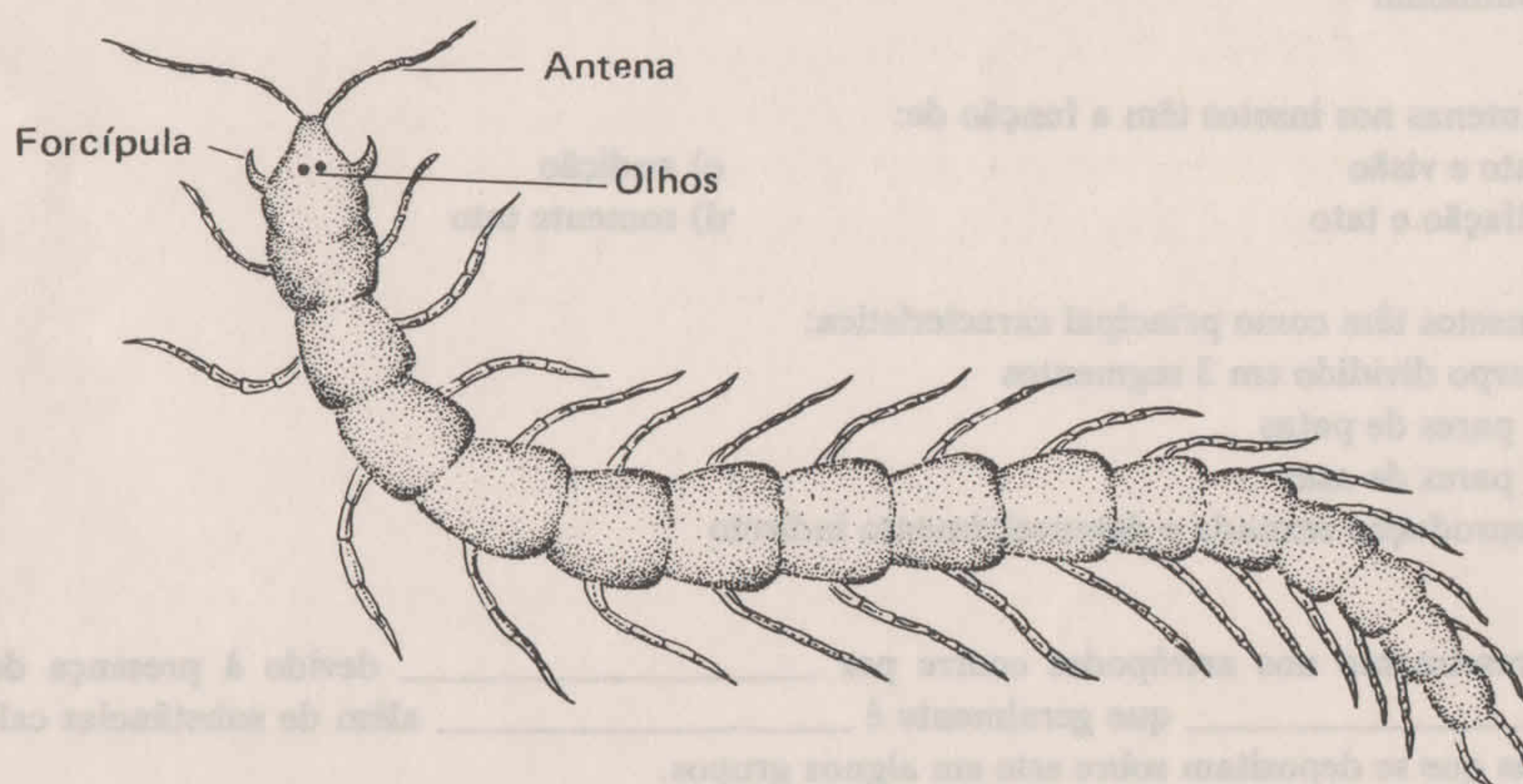


Fig. 7.18 — Lacraia ou centopéia.

TESTES

276. A característica principal dos artrópodes é:

- a) presença de 6 patas
- b) presença de patas articuladas
- c) presença de circulação aberta ou lacunar
- d) presença de respiração traqueal

277. A glândula de veneno situa-se:
a) na cabeça em aranhas, no pós-abdômen em escorpiões
b) na cabeça tanto em aranhas como em escorpiões
c) no pós-abdômen tanto em escorpiões como em aranhas
d) n.d.a.
278. Exemplos de crustáceos:
a) carrapato, siri, camarão, gafanhoto e ostras
b) caranguejo, ostras, siri, marisco e camarão
c) caranguejo, siri, camarão, lagosta e cracas
d) tatuzinho-de-jardim, camarão e ostras
279. A glândula verde é encontrada como órgão de excreção nos:
a) insetos
b) aracnídeos
c) crustáceos
d) anelídeos
280. Os túbulos de Malpighi presentes nos insetos relacionam-se com:
a) digestão
b) reprodução
c) excreção
d) respiração
281. Os artrópodes apresentam respiração:
a) traqueal e cutânea
b) traqueal e branquial
c) traqueal, filotraqueal e branquial
d) pulmonar
282. As antenas nos insetos têm a função de:
a) tato e visão
b) olfação e tato
c) audição
d) somente tato
283. Os insetos têm como principal característica:
a) corpo dividido em 3 segmentos
b) 3 pares de patas
c) 2 pares de asas
d) reprodução sexuada e desenvolvimento indireto
284. O crescimento nos artrópodes ocorre por _____ devido à presença do _____ que geralmente é _____ além de substâncias cálcicas que se depositam sobre este em alguns grupos.
a) mudas (ecdises); endosqueleto; quitinoso
b) mudas (ecdises); exosqueleto; queratinoso
c) simples distensão; exosqueleto; quitinoso
d) mudas (ecdises); exosqueleto; quitinoso
285. Nos insetos, o desenvolvimento indireto holometábolo ocorre da seguinte maneira:
a) zigoto → larva → ninfa → imago (adulto)
b) zigoto → larva → pupa → imago (adulto)
c) zigoto → ninfa → imago
d) zigoto → larva → ninfa → imago (adulto)

g) **Moluscos** — são animais de corpo mole, não segmentado, formado por cabeça, pé e massa visceral, geralmente protegida pela concha calcária. Por via de regra, vivem em ambiente aquático, embora possam também ser encontrados em terra, vivendo em locais úmidos. Apresentam reprodução sexuada e classificam-se em **Cefalópodes**, **Pelecípodes** e **Gastropodes**.

Cefalópodes — exclusivamente marinhos, respiração branquial, não apresentando, em geral, concha externa. Apresentam cabeça bem definida. Possuem tentáculos providos de ventosas, um par de olhos muito especializados e são carnívoros.

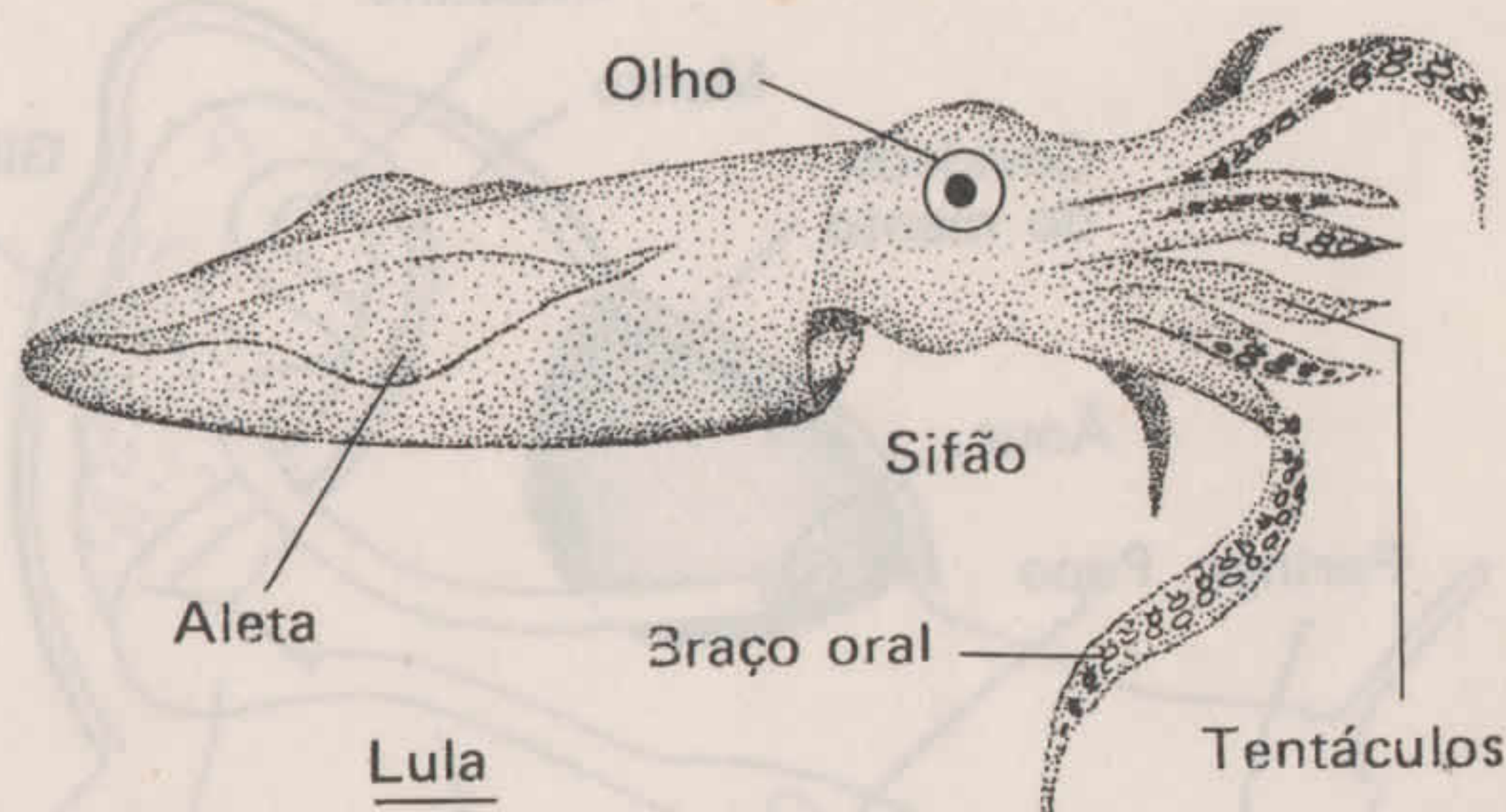


Fig. 7.19

Pelecípodes (*pelekis* = machado; cunha) — apresentam o corpo protegido por duas valvas articuladas que formam a concha. A articulação das valvas se faz por uma região chamada “charneira”. A respiração é branquial. Uma característica importante deste grupo é a conformação peculiar que tem o pé musculoso destes animais. É afilado, lembrando a forma de um machado. Graças ao pé afilado, esses moluscos podem enterrar-se na areia. Representantes desse grupo são as ostras, os mariscos e mexilhões.

Gastropodes — estes moluscos podem viver em ambientes marinhos ou de água doce e em ambientes terrestres. Os terrestres apresentam respiração através de uma cavidade “pulmonar” ricamente vascularizada. Apresentam cabeça diferenciada que, como o restante do corpo, pode ficar escondida totalmente no interior da concha que, na maioria dos casos, é espiralada. Apresentam olhos nas extremidades ou na base dos tentáculos situados na região da cabeça. Ex.: caracóis, caramujos, lesmas etc.

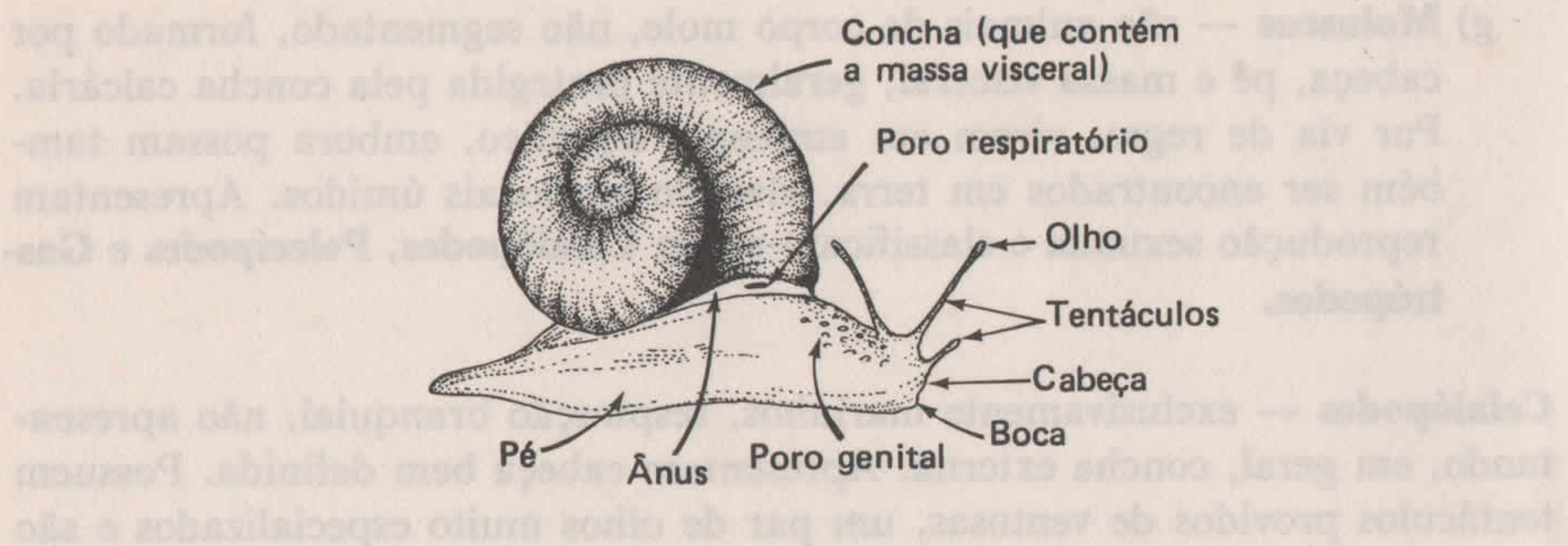


Fig. 7.20 — Classe Gastropoda. Aspecto externo de um caracol terrestre.

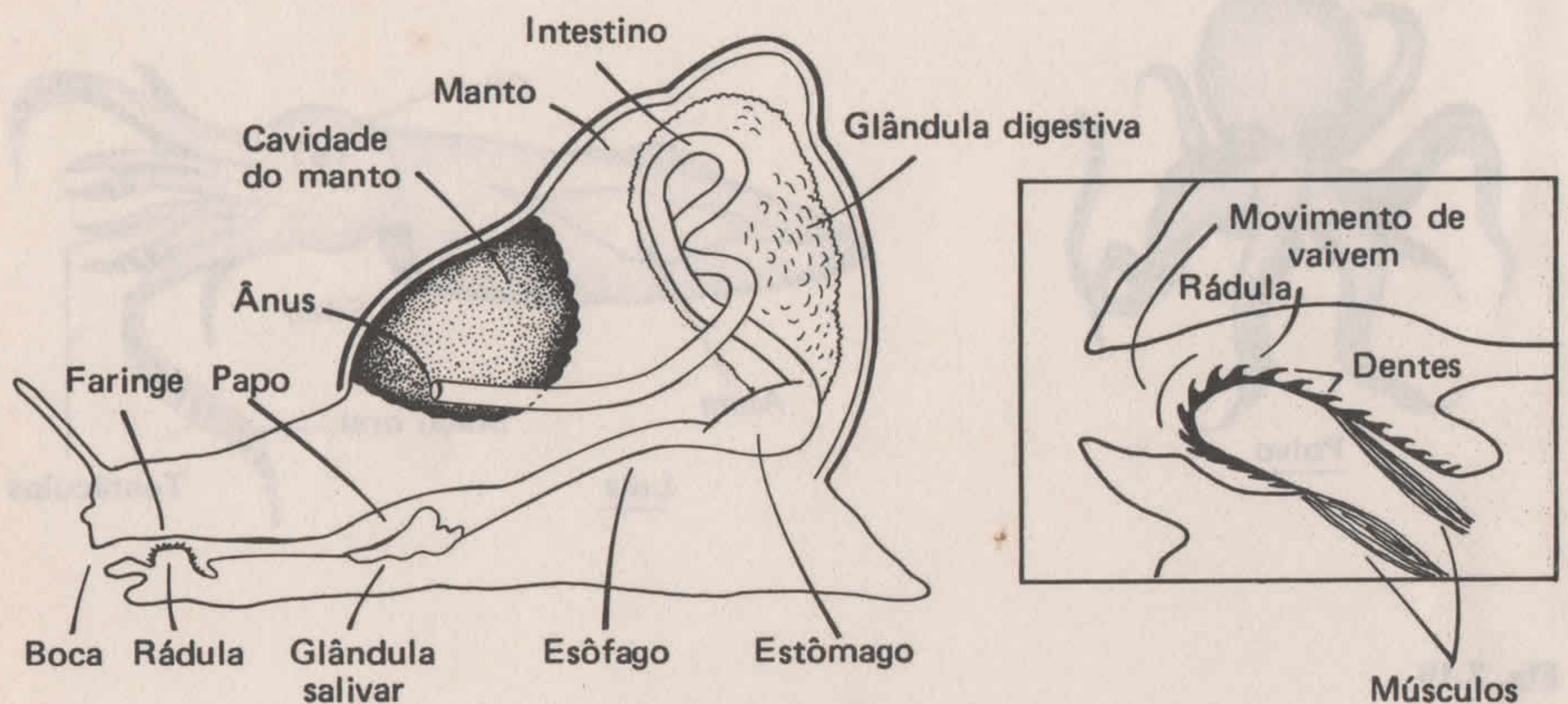


Fig. 7.21 — Sistema digestivo do caracol. No quadrado à direita, o detalhe da rádula.

h) **Equinodermos** (**equis** = espinhos) — são animais exclusivamente marinhos, dotados de espinhos, com boca situada na região ventral e ânus dorsal. Apresentam simetria radiada e um **sistema ambulacrário** que tem função de excreção, circulação, locomoção e respiração.

Estes animais têm esqueleto interno, formado por placas calcárias localizadas sob o tegumento.

A reprodução é sexuada podendo haver, contudo reprodução assexuada por regeneração. O desenvolvimento é indireto, apresentando diversas fases larvais. Os de reprodução sexuada apresentam fecundação externa.

Os de hábito carnívoro, como as estrelas-do-mar, ouriços-do-mar etc., apresentam estômago eversível, com o qual digerem o alimento, como no caso das estrelas-do-mar, ou então apresentam uma mandíbula trituradora

composta por cinco “dentes” calcários, “a lanterna de Aristóteles” encontrada nos ouriços-do-mar.

Classificação e exemplos:

Equinóides: ouriço-do-mar

Asteróides: estrela-do-mar

Holoturóides: pepino-do-mar

Crinóides: lírio-do-mar

Ofiuróides: serpente-do-mar

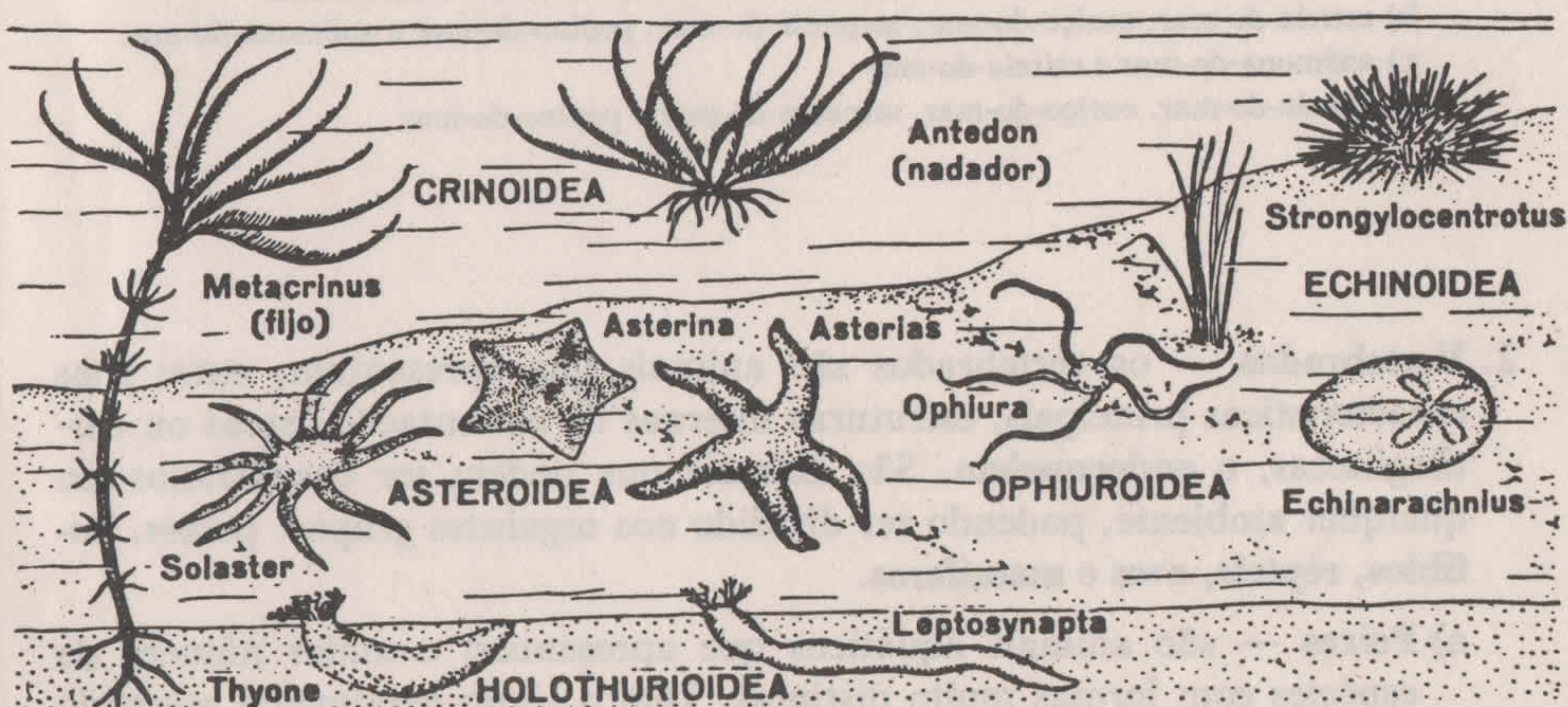


Fig. 7.22

TESTES

286. A respiração nos moluscos pode ser:
- pulmonar
 - branquial
 - cutânea
 - todas são corretas
287. Animais bivalves (duas valvas na concha) pertencem ao grupo dos:
- equinodermos
 - moluscos
 - artrópodes
 - n.d.a.
288. Ostras, mariscos, polvos, lulas, lesmas são exemplos de:
- equinodermos
 - artrópodes
 - moluscos
 - n.d.a.
289. Os _____ apresentam simetria radiada.
- equinodermos
 - artrópodes
 - moluscos
 - n.d.a.
290. Apresentam grande capacidade de regeneração os:
- artrópodes sem exceção
 - equinodermos
 - moluscos
 - nematelmintos

291. Assinale a alternativa **incorreta**:

- a) Nos equinodermos encontramos o sistema ambulacrário.
- b) Os equinodermos são animais exclusivamente marinhos.
- c) Os equinodermos apresentam sexos separados, reprodução sexuada com fecundação externa e desenvolvimento indireto.

Além do sistema circulatório fechado, ausência de regeneração, nos equinodermos a respiração é pulmonar.

292. São equinodermos:

- a) água-viva, estrela-do-mar, anêmona-do-mar, ouriço-do-mar e lírio-do-mar
- b) estrela-do-mar, ouriço-do-mar, serpente-do-mar, pepino-do-mar e anêmona-do-mar
- c) anêmona-do-mar e estrela-do-mar
- d) estrela-do-mar, ouriço-do-mar, serpente-do-mar e pepino-do-mar

2. **Vertebrados** — os vertebrados são animais que apresentam, entre suas características principais, estruturas internas de sustentação ósseas ou cartilaginosas, o **endosqueleto**. São animais que podem ser encontrados em qualquer ambiente, podendo ser dividido nos seguintes grupos: **peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos**.

a) **Peixes** — são animais aquáticos que apresentam o maior número de espécies com formas muito distintas. Têm o corpo geralmente revestido de escamas, sua respiração é branquial (brânquias ou guelras), o sistema circulatório é fechado, com um coração de 2 cavidades (uma aurícula e um ventrículo), sendo, de todos os vertebrados, os que têm o coração mais simples. O sangue do corpo chega ao coração através da aurícula, indo ao ventrículo, de onde é bombeado para as brânquias, enriquecendo-se aí de oxigênio e eliminando gás carbônico. Esse sangue, agora oxigenado, vai para todas as partes do corpo. Os peixes apresentam, como órgãos da locomoção, as nadadeiras peitorais (2), dorsal (1), ventrais (2), anal (1) e caudal (1). Apresentam sistema digestivo completo (isto é, têm boca e ânus). A excreção é realizada por um par de “rins dorsais”, ureteres, bexiga excretora e uma papila urogenital comum aos sistemas excretor e reprodutor.

De todos os sentidos os mais aguçados são: o olfato e a visão. Recobrindo as brânquias, existem duas lâminas ósseas, **os opérculos**, ausentes nos peixes cartilagosos (estes apresentam fendas branquiais sem opérculo), além de um espiráculo, orifício posterior ao olho, por onde penetra a água.

Nos peixes ósseos (osteíctes) existe a bexiga natatória, órgão **hidrostático**, que permite regular a profundidade em que se encontram os peixes. Trata-se de uma bolsa dorsal que, quando cheia de gases, torna o animal mais leve, fazendo-o subir em direção à superfície.

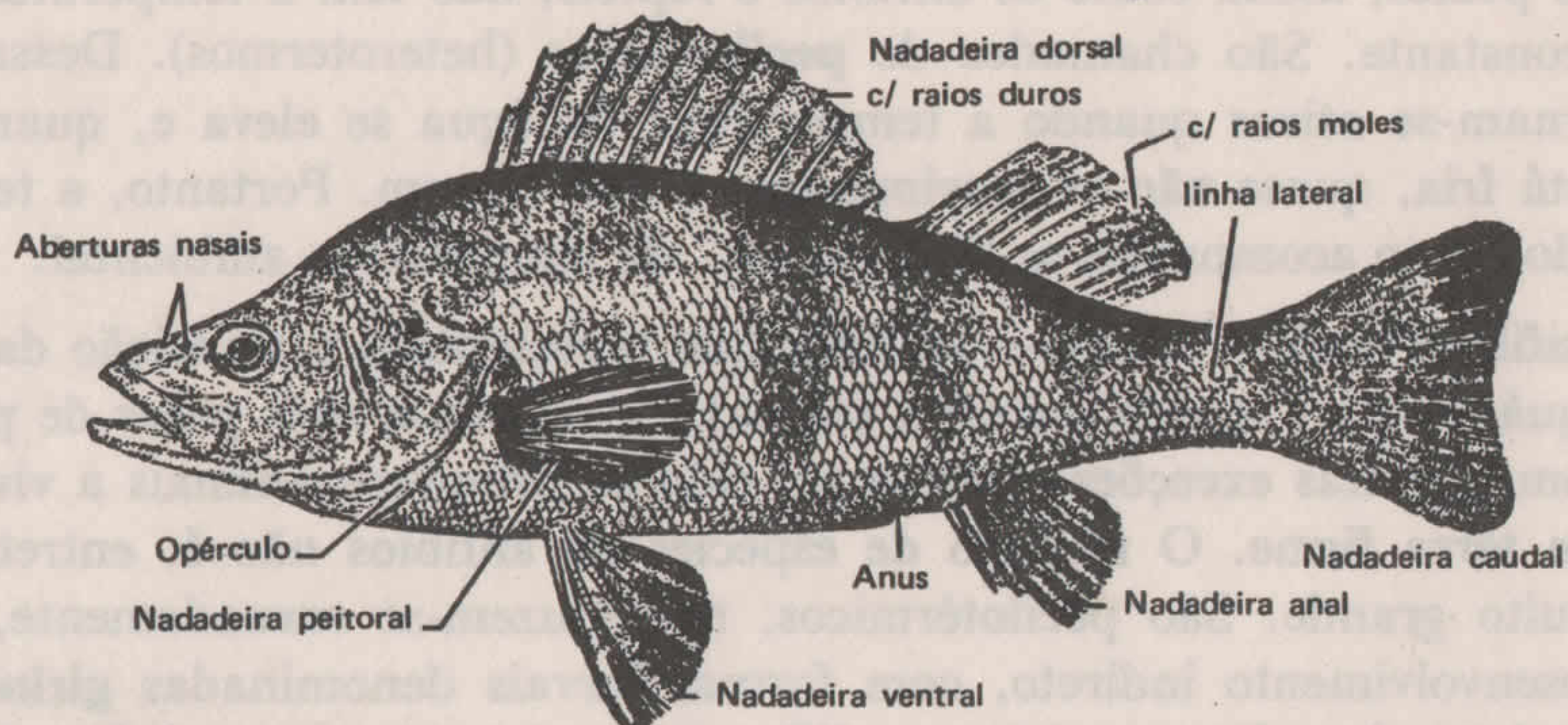


Fig. 7.23 — Perca amarela (*Perca flavescens*); morfologia externa.

Em alguns peixes (dipnóicos), a bexiga natatória desempenha o papel de um “pulmão”, obrigando a pirambóia, peixe fluvial da classe dos Dipnóicos, a ir até a superfície para buscar o oxigênio atmosférico.

Os três grupos principais de peixes são:

Osteíctes: com esqueleto ósseo. Ex.: sardinha, salmão, lambari, tainha, cará etc. (teleósteos).

Condrictes: com esqueleto cartilaginoso. Ex.: tubarão, raia e cação (elasmobrânquios).

Dipnóicos: com esqueleto ósseo; são, porém, “pulmonados”. Ex.: pirambóia.

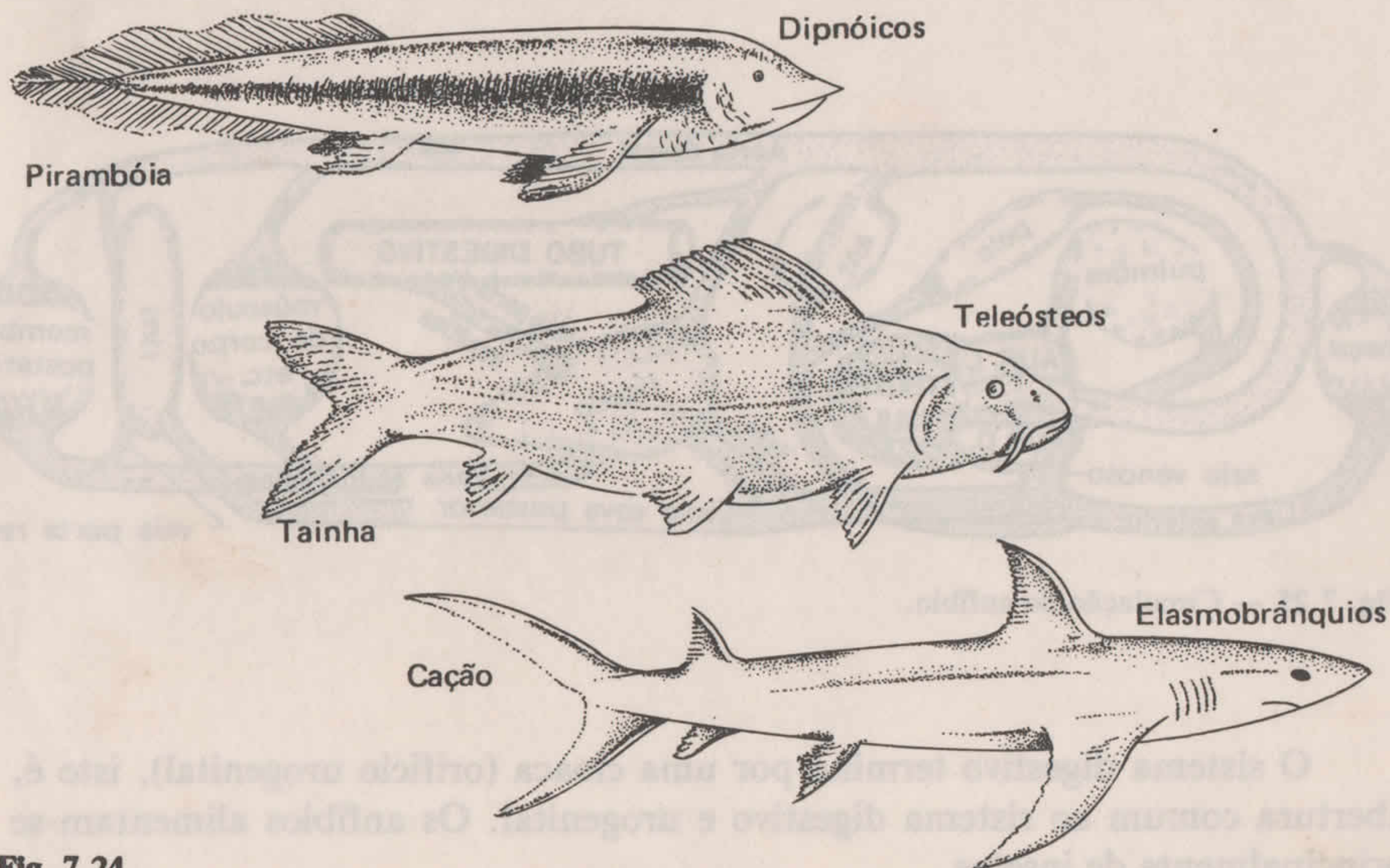


Fig. 7.24

Os peixes, assim como os anfíbios e répteis, não têm a temperatura do corpo constante. São chamados de **pecilotermos** (heterotermos). Dessa forma, tornam-se ativos quando a temperatura da água se eleva e, quando a água está fria, quase não se movimentam e não comem. Portanto, a temperatura do corpo acompanha as “flutuações” da temperatura ambiental.

b) **Anfíbios** (**anfi** = dois) — animais que representam a transição da vida aquática para a vida terrestre (aérea). Apresentam dois pares de patas, com algumas exceções. Devem ter sido os primeiros animais a viverem em terra firme. O número de espécies de anfíbios não é, entretanto, muito grande. São pecilotérmicos, reproduzem-se sexualmente, têm desenvolvimento indireto, com formas larvais denominadas **girinos** os quais, após sofrerem várias modificações, atingem a fase adulta. A essa transformação dá-se o nome de **metamorfose**. Os anfíbios têm **respiração pulmonar**; contudo, por terem pulmões muito simples, dependem muito da **respiração cutânea**, isto é, fazem trocas gasosas através do tegumento. Advém daí a importância dos anfíbios necessitarem ter sempre a pele úmida, vivendo, conseqüentemente, em ambientes úmidos.

Durante a fase larval, apresentam **respiração branquial**. O sistema circulatório é fechado, semelhante ao dos peixes. No entanto, têm **coração com 3 cavidades**, duas aurículas e um ventrículo, onde ocorre mistura de sangue arterial com sangue venoso, tornando mais importante ainda a respiração cutânea. Podemos dizer então que a circulação é fechada, dupla (passam dois tipos de sangue pelo coração: o venoso e o arterial) e incompleta (ocorre mistura entre sangue venoso e sangue arterial).

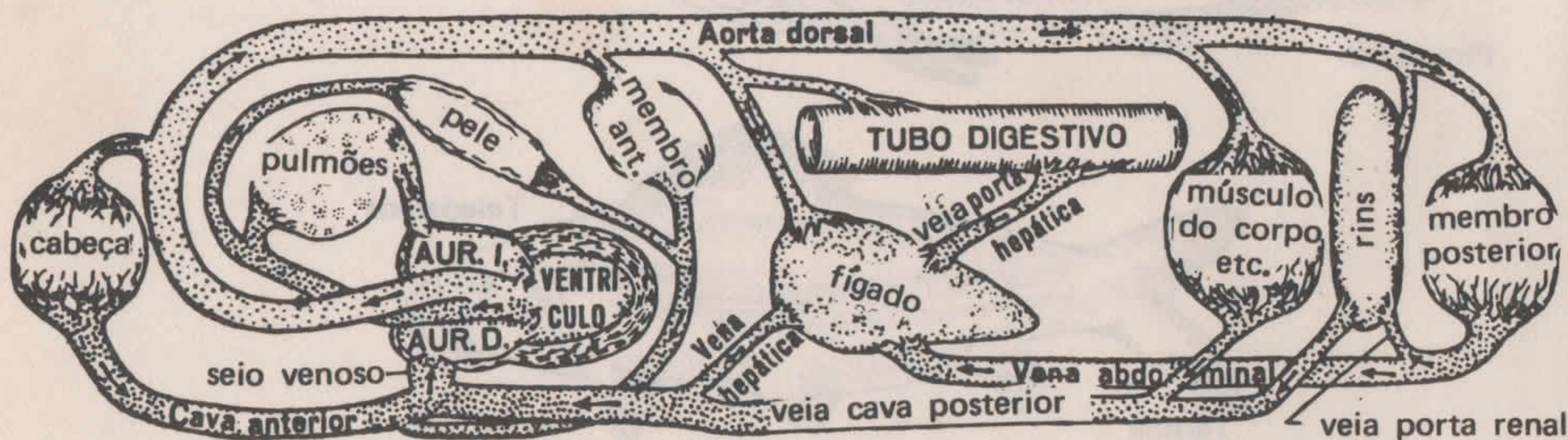


Fig. 7.25 — Circulação do anfíbio.

O sistema digestivo termina por uma cloaca (orifício urogenital), isto é, abertura comum ao sistema digestivo e urogenital. Os anfíbios alimentam-se principalmente de insetos.

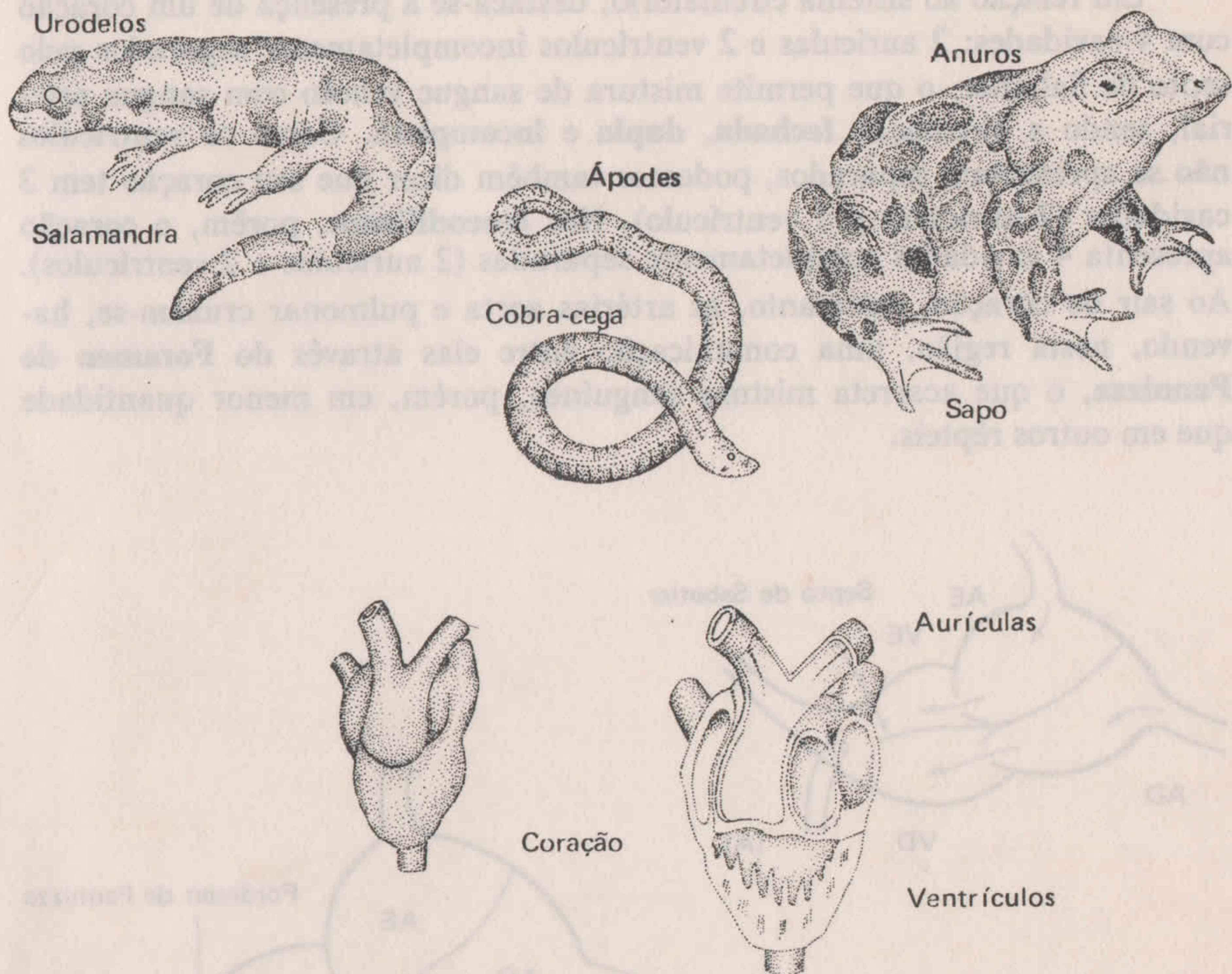


Fig. 7.26 — Anfíbios.

Temos aqui 3 grupos principais:

Urodelos: além de 4 patas, apresentam cauda. Ex.: salamandra.

Anuros: possuem 4 patas e não têm cauda quando adultos. Ex.: sapos, rãs e pererecas.

Ápodes: não possuem patas. Ex.: cobra-cega.

c) **Répteis** — os répteis vivem em ambiente terrestre, existindo, porém, algumas espécies (cobras e tartarugas) aquáticas. Têm o corpo revestido de escamas ou placas dérmicas formando verdadeira carapaça protetora que, nos crocodilos, por exemplo, impede a transpiração excessiva, pois a maioria vive em ambiente quente e seco. Apresentam respiração pulmonar, sistema digestivo completo, reprodução sexuada e a maioria é ovípara (põe ovos e o desenvolvimento ocorre no meio exterior). Não têm a temperatura do corpo constante, sendo heterotermos (pecilotérmicos); daí ficarem inertes e sem se alimentar quando a temperatura ambiente é muito baixa, sendo muito ativos quando a temperatura se eleva.

Em relação ao sistema circulatório, destaca-se a presença de um coração com 4 cavidades; 2 aurículas e 2 ventrículos incompletamente separados pelo septo de Sabatier, o que permite mistura de sangue venoso com sangue arterial, sendo a circulação **fechada, dupla e incompleta**. Como os ventrículos não se apresentam separados, podemos também dizer que seu coração tem 3 cavidades (2 aurículas e 1 ventrículo). Nos **crocodilianos**, porém, o coração apresenta 4 cavidades completamente separadas (2 aurículas e 2 ventrículos). Ao sair do coração, entretanto, as artérias aorta e pulmonar cruzam-se, havendo, nesta região, uma comunicação entre elas através do **Foramen de Pannizza**, o que acarreta mistura sanguínea, porém, em menor quantidade que em outros répteis.

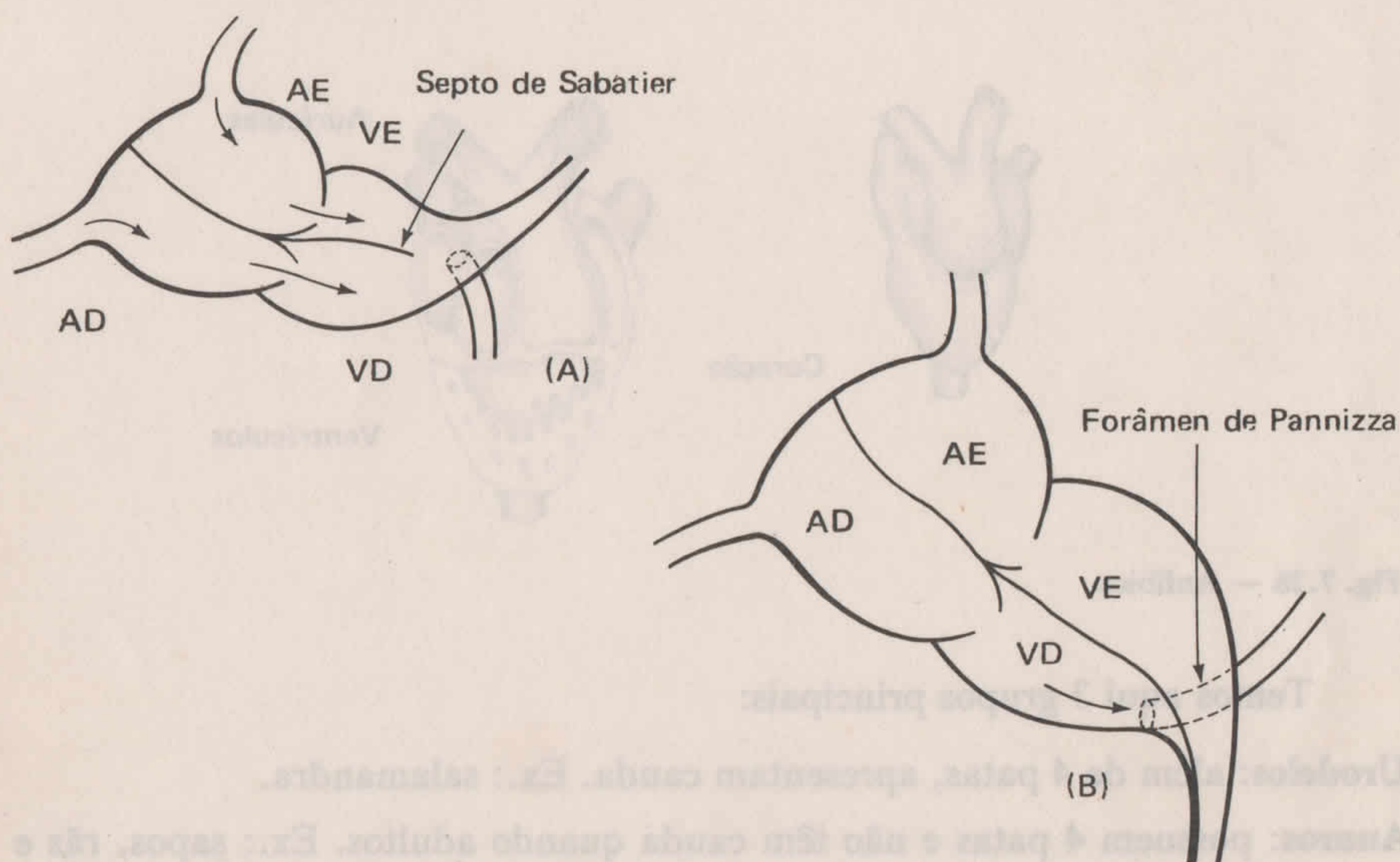


Fig. 7.27 — Note os ventrículos completamente separados na figura (B) enquanto na (A) existe uma separação incompleta.

Os répteis apresentam os seguintes grupos:

Crocodilianos (crocodilos): têm corpo protegido por escamas e placas ósseas, dois esternos (um torácico e outro abdominal), membros locomotores em número de 4 que servem para marcha e natação. O coração tem 4 cavidades completamente separadas. Ex.: jacarés e crocodilos.

Quelônios (tartarugas): estes apresentam o corpo protegido por placas ou ossos dérmicos e um bico córneo em substituição aos dentes. Ex.: tartarugas, jabutis e cágados.

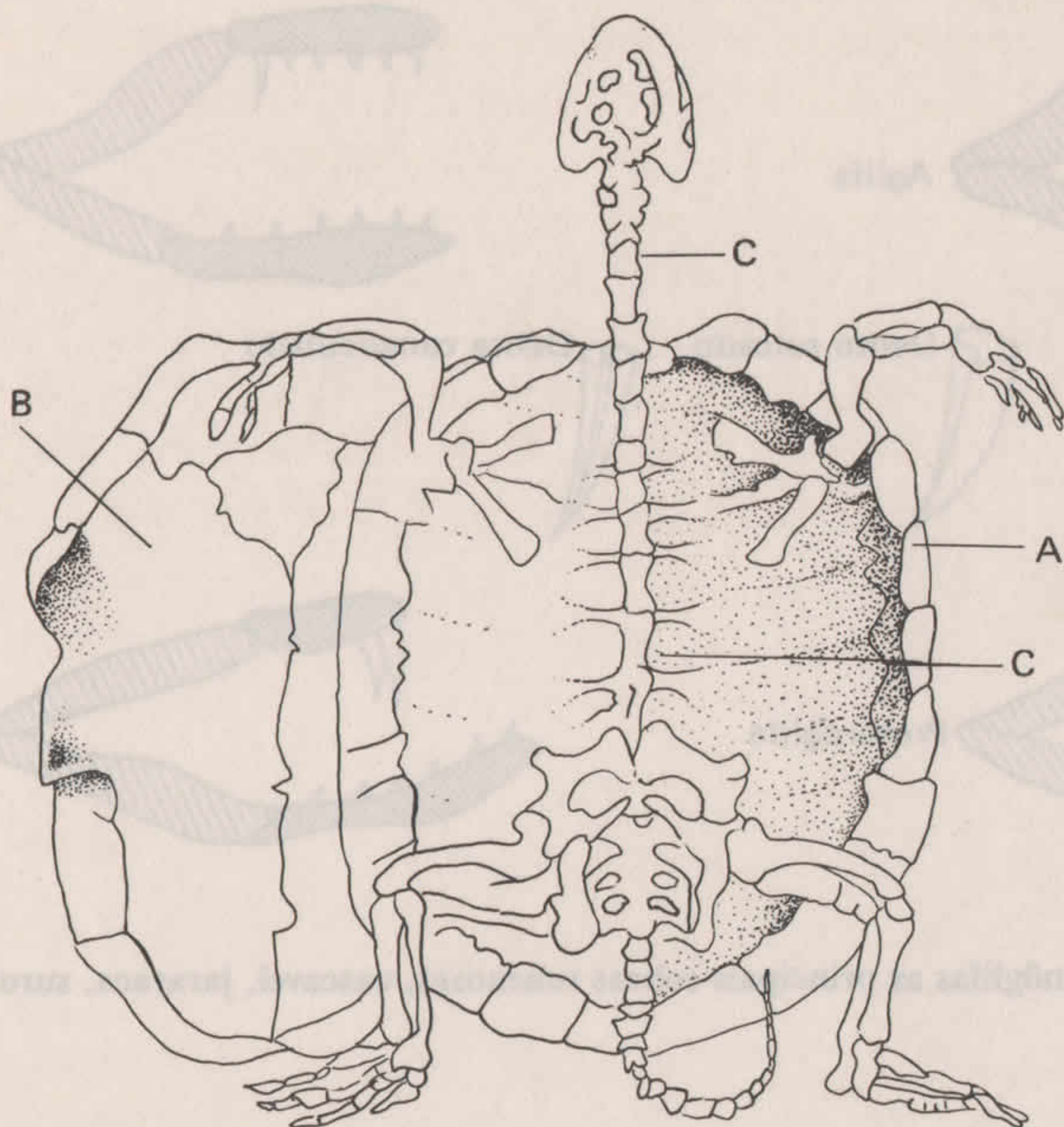


Fig. 7.28 — Esqueleto interno e estojo ósseo de uma tartaruga. O plastrão (B), foi retirado e colocado à esquerda; A — carapaça; B — plastrão; C — coluna vertebral.

Lacertílios (lagartos): o corpo se apresenta revestido de escamas, apresentando muda do tegumento (pele). Possuem cromatóforos (células com pigmentos coloridos) que permitem alterar a cor do animal numa reação de defesa, adaptando-se ao ambiente (mimetismo). Ex.: lagartos e lagartixas.

Ofídios (cobras): as cobras também apresentam o corpo com escamas, porém não possuem membros locomotores. Apresentam mudas do tegumento e podem ou não ser venenosas. Existem certos ofídios (cobras) que, embora possuam veneno, não são considerados venenosos, pois não conseguem inocular o veneno na vítima por terem seus dentes inoculadores situados em posição não adequada para tal fim. Ex.: jibóia, muçurana. As glândulas de veneno são glândulas salivares modificadas.

As cobras não venenosas e que não possuem presas inoculadoras de veneno são denominadas **áglifas**. Se a presa de veneno situar-se na região anterior da cavidade bucal e for canaliculada, esta recebe o nome de **solenóglifa**; sendo sulcada, denomina-se **proteróglifa** e, situando-se na parte posterior, recebe a denominação de **opistóglifa**.

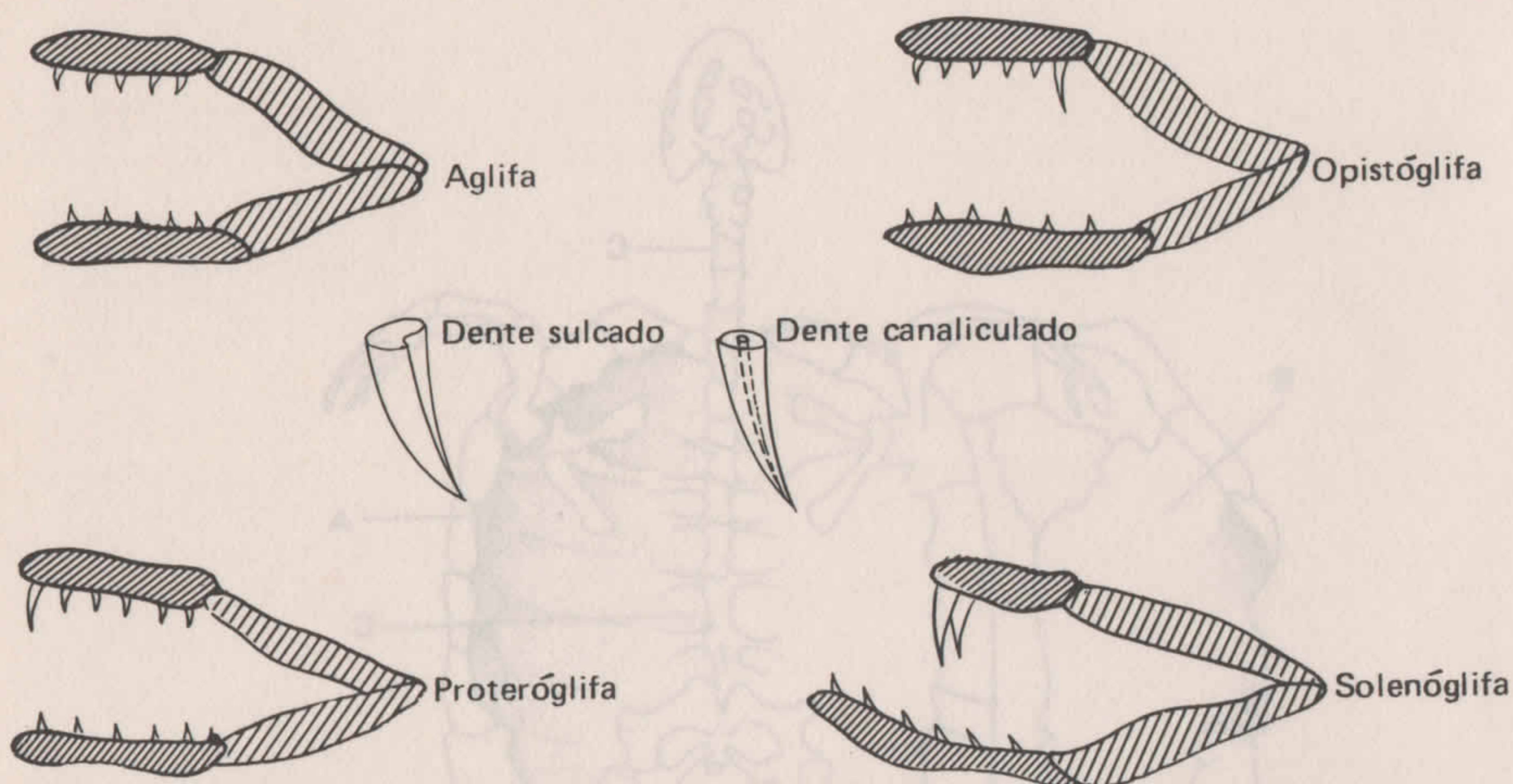
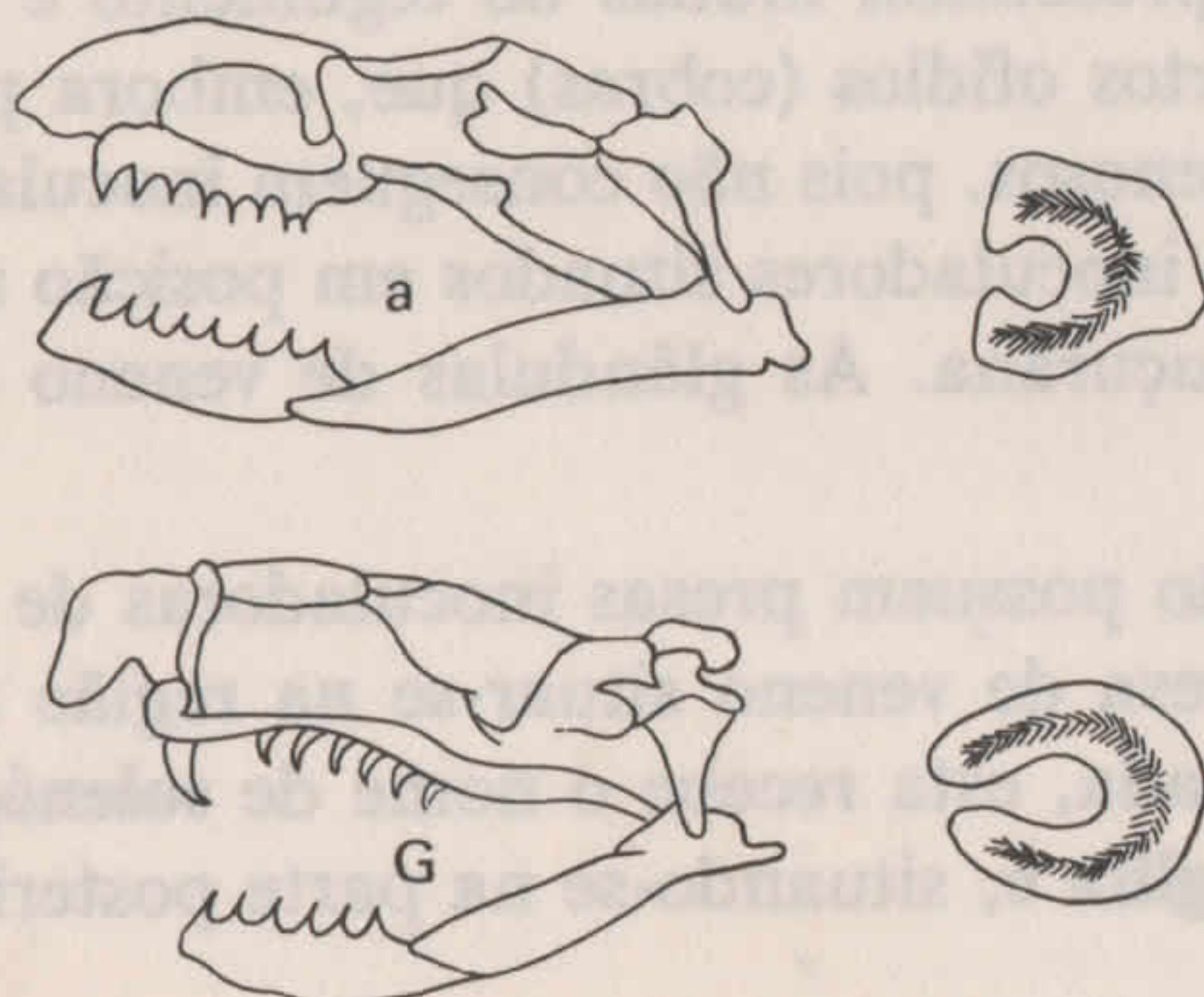


Fig. 7.29 — São solenóglifas as principais cobras venenosas, cascavel, jararaca, sururucu etc.

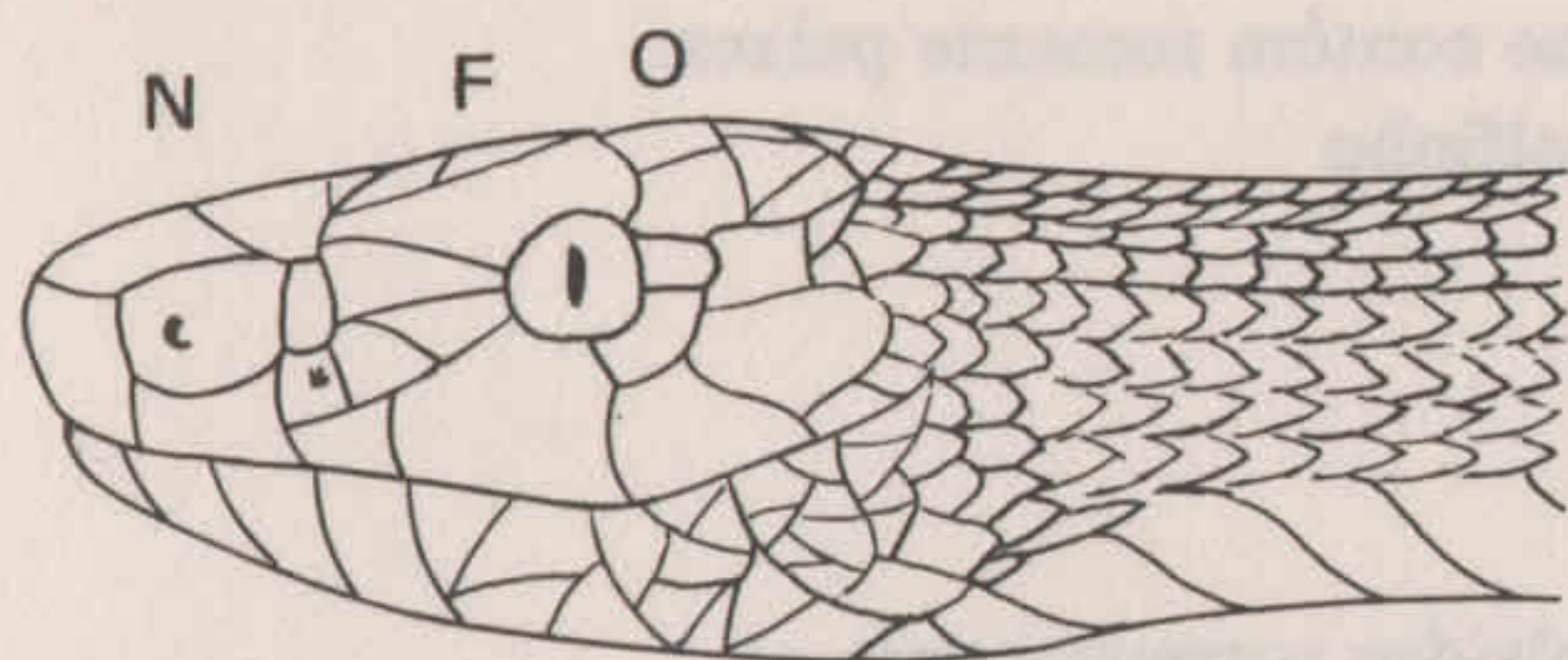
A injeção de pequenas doses de veneno em cavalos faz com que apareçam no sangue destes animais substâncias que neutralizam o veneno (anticorpos). É com o sangue de tais cavalos que se prepara o soro eficaz no combate ao veneno de serpentes.

O soro anticrotático é empregado contra a picada de cascavel e o antibotrópico neutraliza o veneno da jararaca e de espécies próximas. O soro antiofídico polivalente é um soro misto, aplicado em ocasiões em que não se sabe qual cobra causou o acidente.

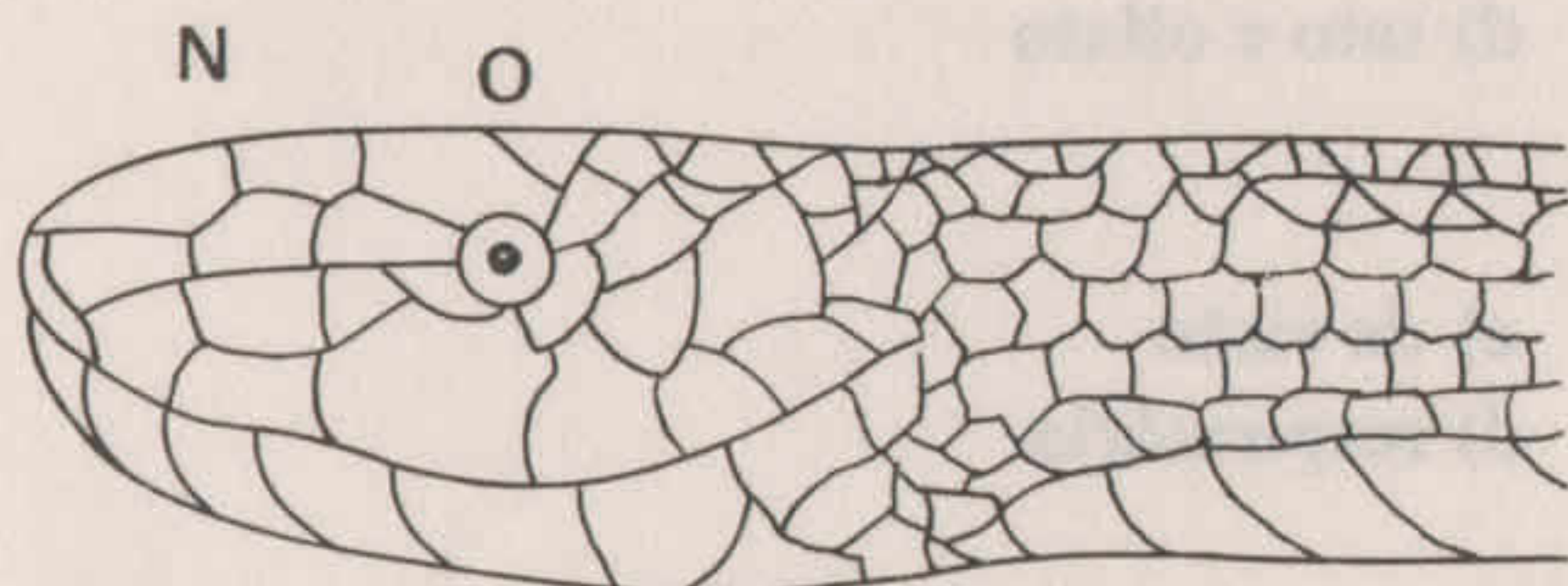
Algumas diferenças entre cobras venenosas e não venenosas



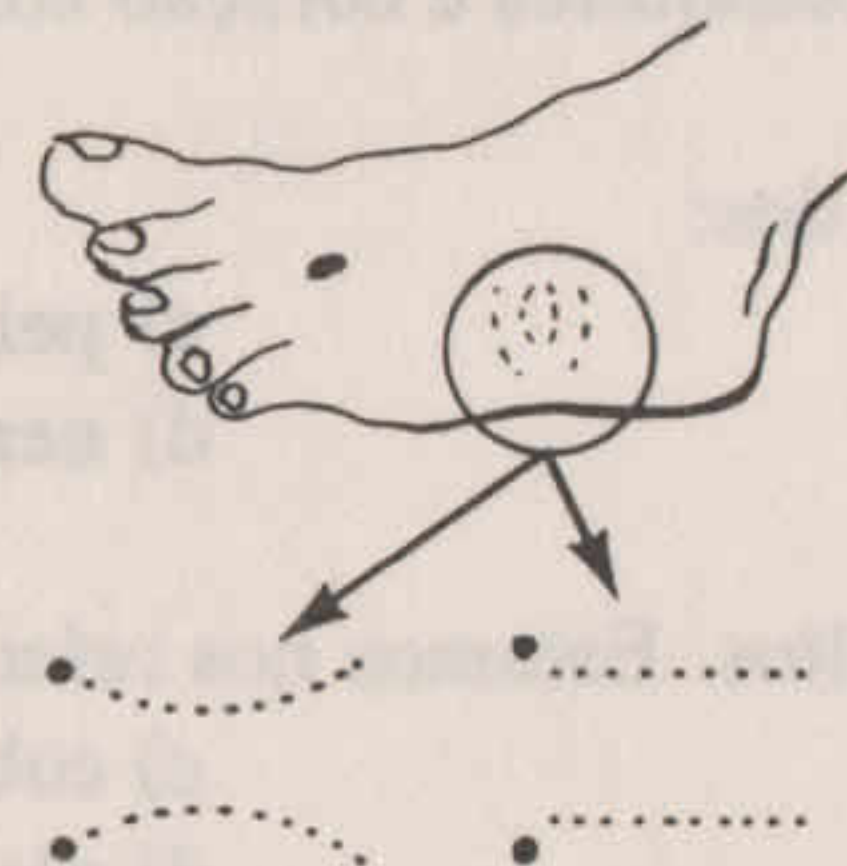
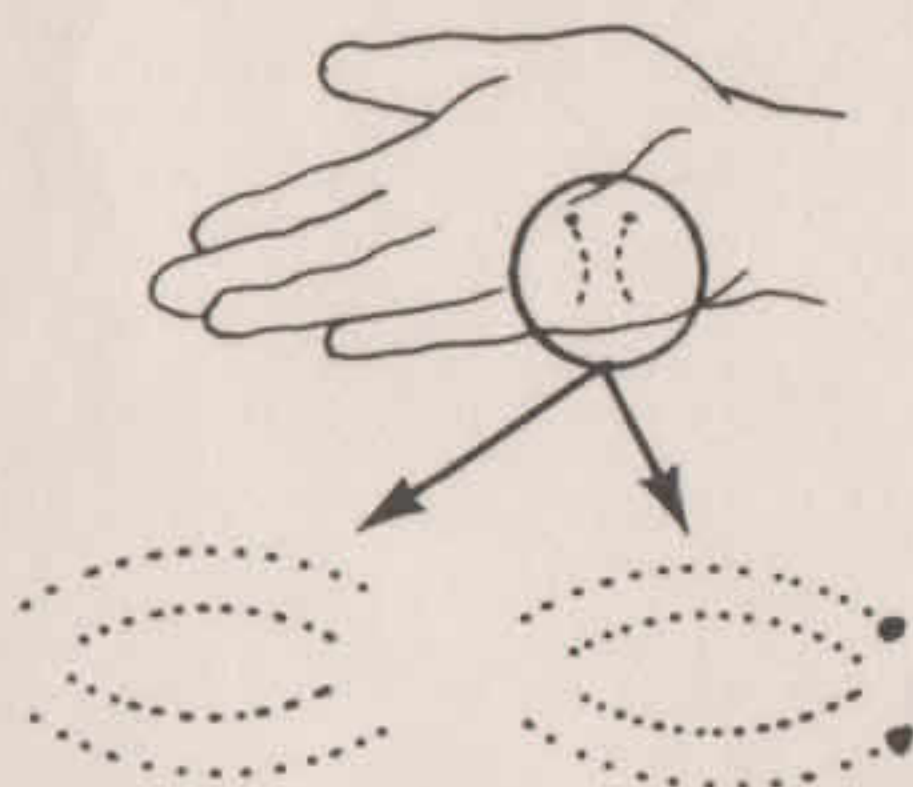
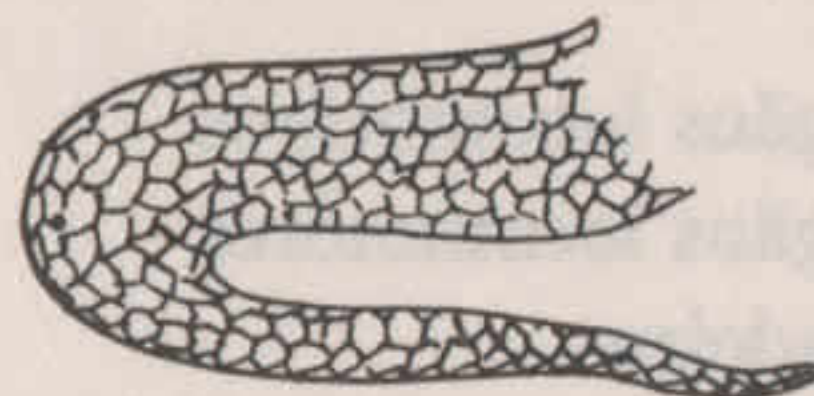
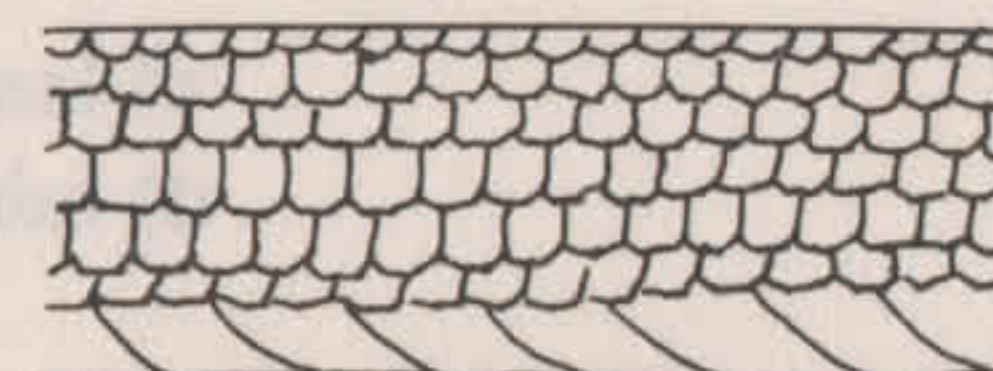
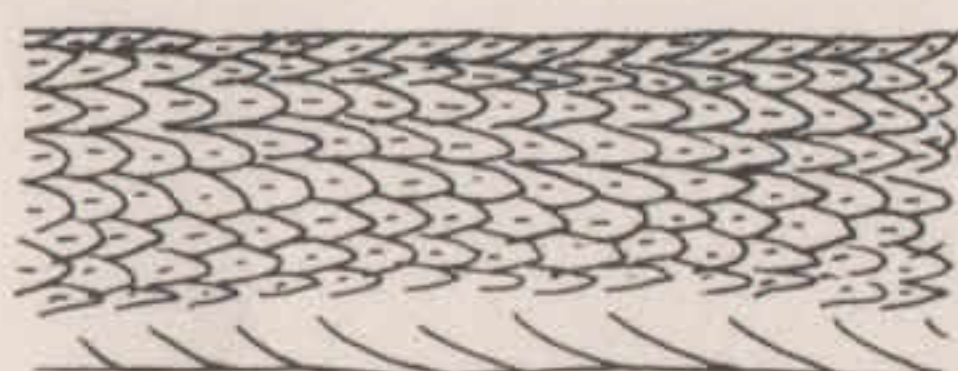
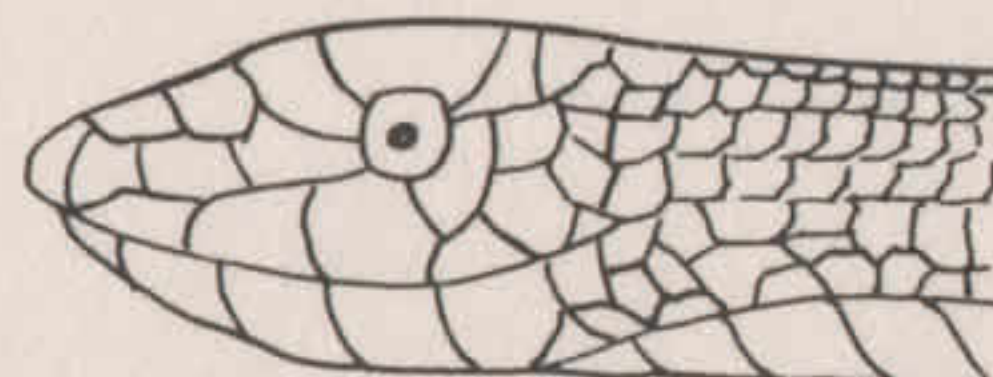
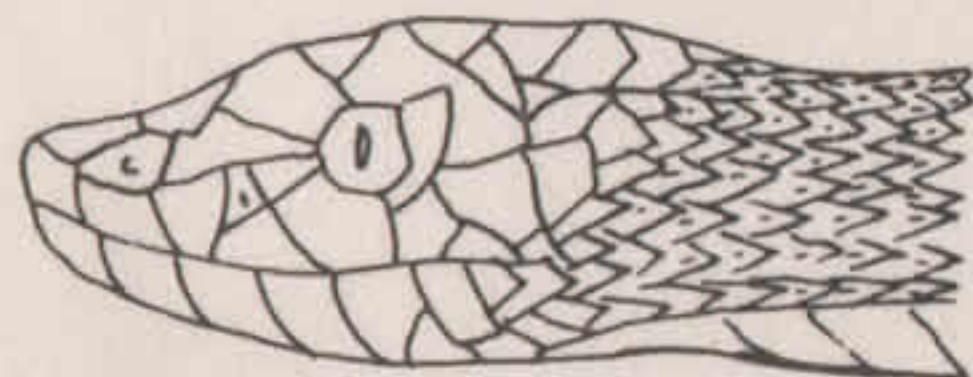
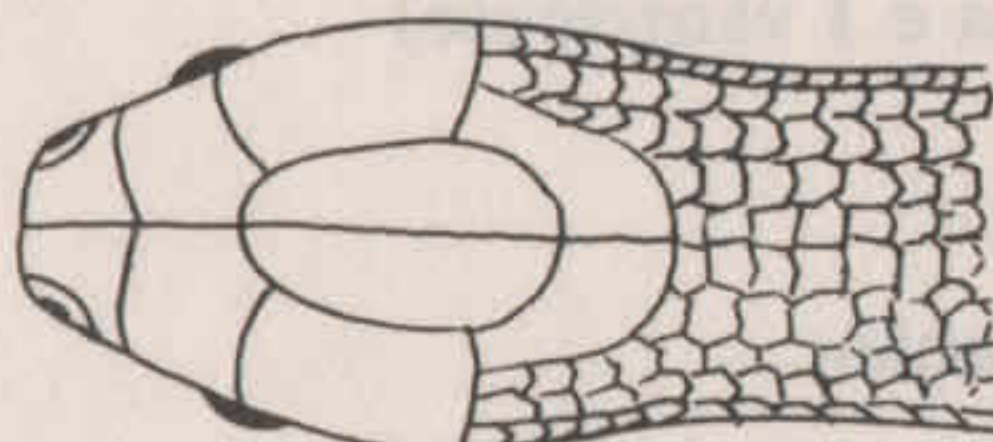
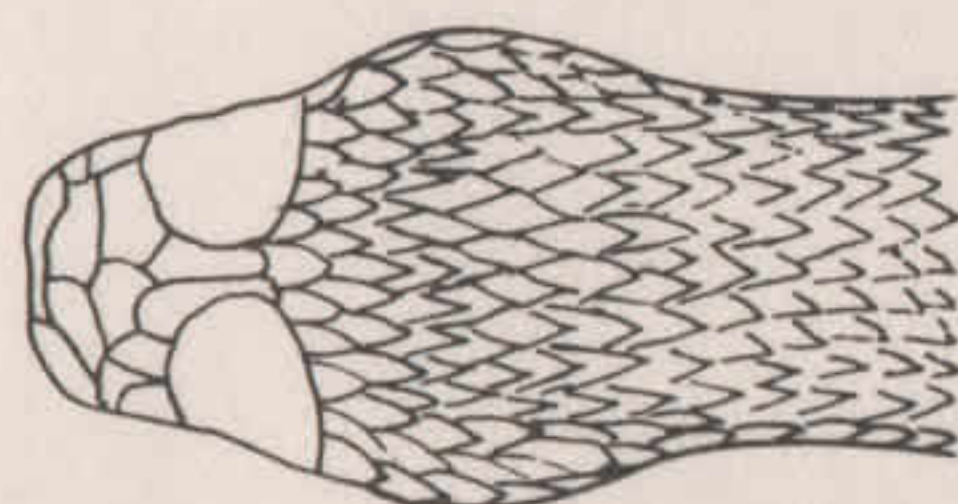
Esqueleto da cabeça de cobras venenosas. O dente inoculador do veneno (presa) pode estar situado no fundo, da boca (a) ou na frente (e). À direita: as presas cortadas transversalmente.



Cabeça de cobra venenosa. N: narina;
F: fosseta lacrimal; O: olho.



Cabeça de cobra venenosa. N: narina;
O: olho.



A coluna da esquerda mostra as características que nos permitem identificar uma cobra venenosa. A forma da cabeça, das escamas, da cauda e as marcas, produzidas pela mordida, proporcionam indicações suficientes.

Fig. 7.30

TESTES

293. O anexo de pele (revestimento) nos peixes corresponde a:
- a) escamas
 - b) nadadeiras
 - c) pêlos
 - d) brânquias

294. Dentre as alternativas abaixo assinale aquela que contém somente peixes:
a) cavalo-marinho, sardinha, tubarão, cação, golfinho
b) sardinha, tubarão, cação
c) peixe-boi, golfinho, cavalo-marinho
d) cavalo-marinho, tubarão, cação, lambari
295. Nos peixes, os órgãos dos sentidos mais desenvolvidos correspondem a:
a) visão e equilíbrio
b) audição e olfato
c) visão e olfato
d) tato e olfato
296. A bexiga natatória tem função:
a) hidrostática
b) reprodutora
c) de visão
d) respiratória
297. O coração dos peixes apresenta:
a) duas cavidades (2 aurículas)
b) três cavidades (2 ventrículos e 1 aurícula)
c) duas cavidades (1 aurícula e 1 ventrículo)
d) quatro cavidades
298. Os peixes apresentam respiração:
a) branquial
b) cutânea
c) pulmonar, sem exceção
d) traqueal
299. Não apresenta opérculo:
a) tubarão
b) sardinha
c) lambari
d) tainha
300. Os anfíbios apresentam:
a) 4 pares de patas como órgãos locomotores
b) 2 pares de patas como órgãos locomotores
c) 1 cauda e 2 pares de nadadeiras
c) cauda, ausência de órgãos locomotores e coração com 4 cavidades
301. A cobra-cega pertence ao grupo dos:
a) répteis
b) anfíbios
c) peixes
d) nematelmintos
302. Anfíbios sem cauda quando adultos. Estamos nos referindo a:
a) rãs e salamandras
b) sapos e salamandras
c) cobras-cegas e rãs
d) rãs e sapos
303. A larva dos anfíbios é denominada:
a) plânula
b) girino
c) cercária
d) anfiblástula
304. Coração com 2 aurículas e 1 ventrículo é encontrado em:
a) peixes
b) aves
c) anfíbios
d) mamíferos

305. Os anfíbios apresentam respiração (assinale a mais completa):
a) cutânea e pulmonar
b) branquial, cutânea e pulmonar
c) apenas pulmonar
d) apenas cutânea
306. Nos répteis, a respiração é:
a) pulmonar
b) branquial
c) cutânea
d) traqueal
307. Animais de fecundação externa e desenvolvimento indireto. Na fase larvária, apresentam cauda e, após várias modificações, chegam à fase adulta com 2 pares de patas, sem cauda, com respiração cutânea e pulmonar. Tal caracterização se refere a:
a) répteis
b) anfíbios
c) peixes
d) aves
308. Nos répteis, coração com 4 cavidades e ventrículos completamente separados são encontrados nos:
a) quelônios
b) ofídios
c) crocodilianos
d) lacertílios
309. Em relação ao sexo, anfíbios e répteis são:
a) hermafroditas
b) monóicos
c) dióicos
d) n.d.a.
310. Animais pulmonados, de ambiente quente e seco, com escamas ou placas dérmicas revestindo o corpo, podendo também ser encontrados no meio aquático. Estamos nos referindo a:
a) répteis
b) anfíbios
c) peixes dipnóicos
d) mamíferos
311. Apresentam circulação simples, completa e fechada:
a) répteis
b) anfíbios
c) peixes
d) mamíferos
312. Apresentam circulação fechada, dupla e incompleta:
a) anfíbios, peixes e répteis
b) somente os anfíbios
c) anfíbios e répteis
d) peixes e répteis
313. Presença de fosseta lacrimal; cabeça triangular, cauda que termina abruptamente, olhos com pupila vertical (elíptica). Tal descrição caracteriza:
a) cobras não venenosas
b) cobras venenosas
c) somente algumas cobras venenosas
d) a maioria das cobras não venenosas
314. Se um indivíduo for “picado” por uma cobra, devemos fornecer-lhe:
a) injeções de pequenas doses de veneno para que ele forme o soro contra a cobra que o mordeu
b) soro antiofídico
c) antibióticos em grande quantidade
d) n.d.a.

d) **Aves** — são animais cujos membros anteriores (asas) são adaptados ao voo. Apresentam corpo ovóide que facilita seu deslocamento no ar. Revestindo a epiderme, encontramos as penas, leves e resistentes que, além da proteção, diminuem a perda de calor que a rápida passagem pelo ar, durante o voo, tende a provocar. Possuem ossos ocos, cheios de ar, resistentes e leves, o que os torna próprios para voo.

O osso chamado **esterno**, onde se prendem os músculos que abaixam as asas (os mais volumosos e que mais trabalham durante o voo), tem a forma de uma quilha de navio.

A respiração é pulmonar; os pulmões se comunicam com os sacos aéreos os quais apresentam uma reserva de oxigênio e ar quente, o que diminui a densidade do corpo das aves. Apresentam bico córneo adaptado aos hábitos alimentares. São **homeotérmicos**, isto é, apresentam temperatura corpórea constante, apesar das variações externas.

A circulação é fechada; apresentam coração com 4 cavidades (2 aurículas e 2 ventrículos), não ocorrendo mistura de sangue arterial com sangue venoso. O sistema digestivo apresenta-se formado pela boca, seguindo-se o esôfago que apresenta lateralmente o papo (reservatório de alimento). O estômago apresenta-se dividido em duas partes: a **moela** (estômago triturador ou mecânico) e ventrículo sucenturiado que produz suco gástrico (estômago químico). Seguem-se os intestinos delgado e grosso, este último terminando em uma **cloaca**. O aparelho excretor é representado por dois rins, ureteres e cloaca. Na epiderme, notamos a presença de uma única glândula, a **glândula**

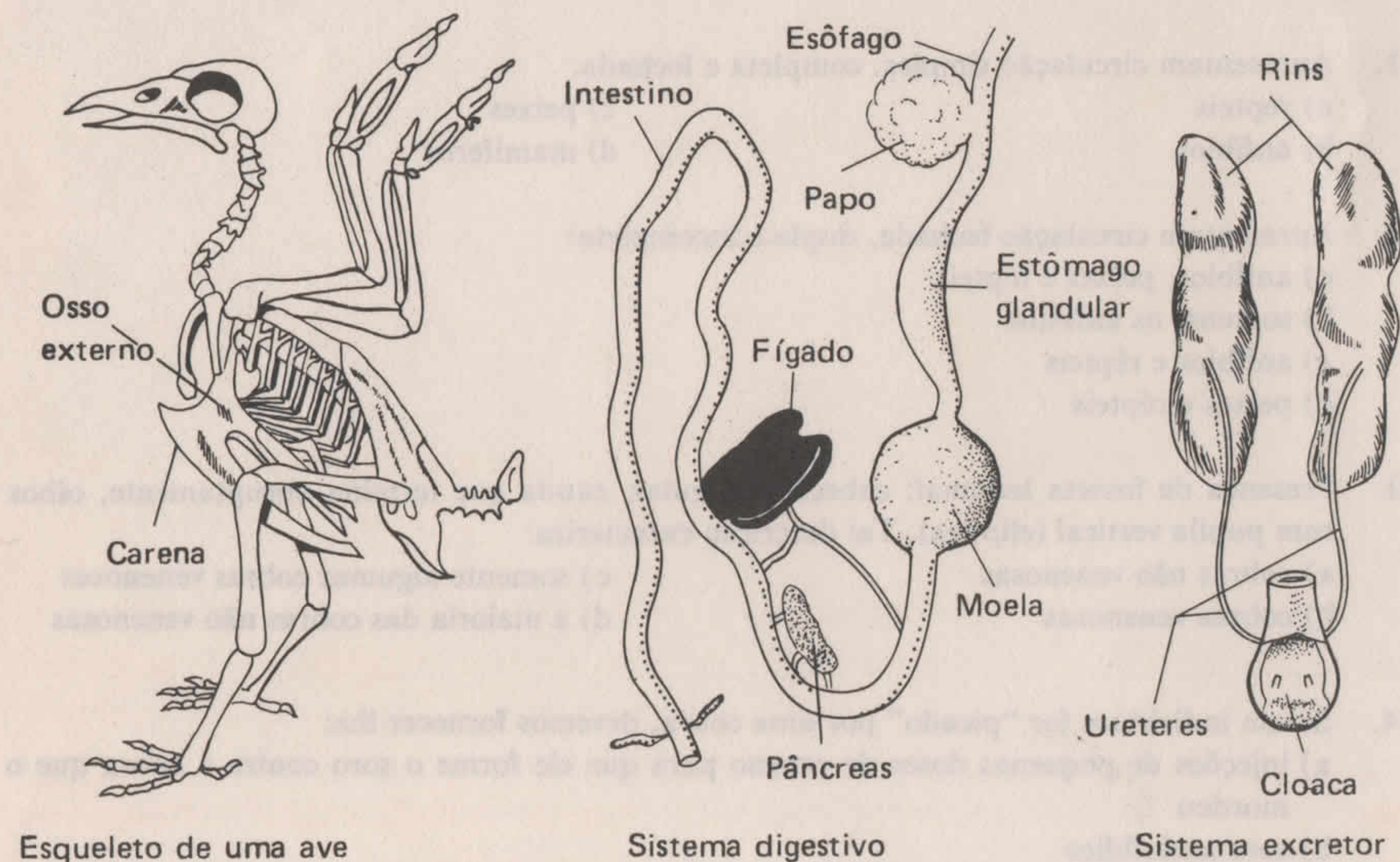


Fig. 7.31

uropigeana, localizada junto à cauda que segrega uma substância oleosa capaz de impermeabilizar as penas. Devemos notar também que, nas aves que emitem sons, o órgão sonoro é a chamada **siringe**, localizada junto à bifurcação da traquéia para os pulmões, correspondendo à 2.^a laringe ou laringe inferior.

As aves apresentam reprodução sexuada, fecundação interna e são ovíparas.

Encontram-se agrupadas em 2 subclasses representadas pelas aves fósseis e pelas atuais. As atuais compreendem:

— **Ratitas**: aves não voadoras, de asas rudimentares, osso esterno achatado, podendo ser corredoras. Ex.: avestruz, ema, pingüim.

— **Carinatas**: apresentam o osso esterno em forma de **quilha** ou **carena**, têm asas bem desenvolvidas, permitindo-lhes o voo. Ex.: galinha, pássaros, peru, patos, perdiz, gavião etc.

e) **Mamíferos** — representam os animais vertebrados mais evoluídos e caracterizam-se por:

- pele com glândulas sudoríparas e pêlos.
- coração com 4 cavidades (2 aurículas e 2 ventrículos)
- presença de um músculo separando a cavidade torácica da cavidade abdominal, o diafragma
- glândulas mamárias
- desenvolvimento dos filhos no interior do organismo materno, com exceção de alguns mamíferos primitivos (o ornitorrinco e a équidna que põe ovos)
- respiração pulmonar
- sistema excretor urinário formado por um par de rins, ureteres, bexiga e uretra.
- sistema nervoso dividido em **central**, **periférico** e **autônomo**
- reprodução sexuada
- homeotermia (temperatura do corpo sempre constante) e presença de quatro membros locomotores

Os mamíferos são animais adaptados ao ambiente terrestre, existindo algumas espécies adaptadas à vida aquática e também ao ambiente aéreo (morcegos).

A **pele** é formada por 3 camadas: a epiderme, a derme e a hipoderme ou tecido subcutâneo. A função da pele relaciona-se com a proteção do organismo, com a recepção de estímulos externos, excreção de catabólitos (suor) e manutenção da temperatura corporal. Na pele ou tegumento estão presentes os pêlos, que formam um ótimo isolante térmico; as glândulas sudoríparas e sebáceas; as escamas (no animal chamado pangolim e na cauda do rato); garras, unhas, cascos, cornos e bico (ornitorrinco).

O **sistema digestivo** em todos os mamíferos é composto de cavidade bucal, faringe, esôfago, estômago, intestino delgado (duodeno, jejuno e íleo), intestino grosso (ceco, cólon ascendente, transverso, descendente, sigmóide, reto) e ânus. Apresenta também as glândulas anexas à digestão: glândulas salivares (ausentes nos mamíferos aquáticos), fígado e pâncreas.

O estômago e o restante do tubo digestivo são maiores nos herbívoros, pois a digestão de alimentos vegetais é bem mais difícil e lenta.

Nos herbívoros, o estômago se apresenta dividido em **pança, barrete, folhoso e coagulador**.

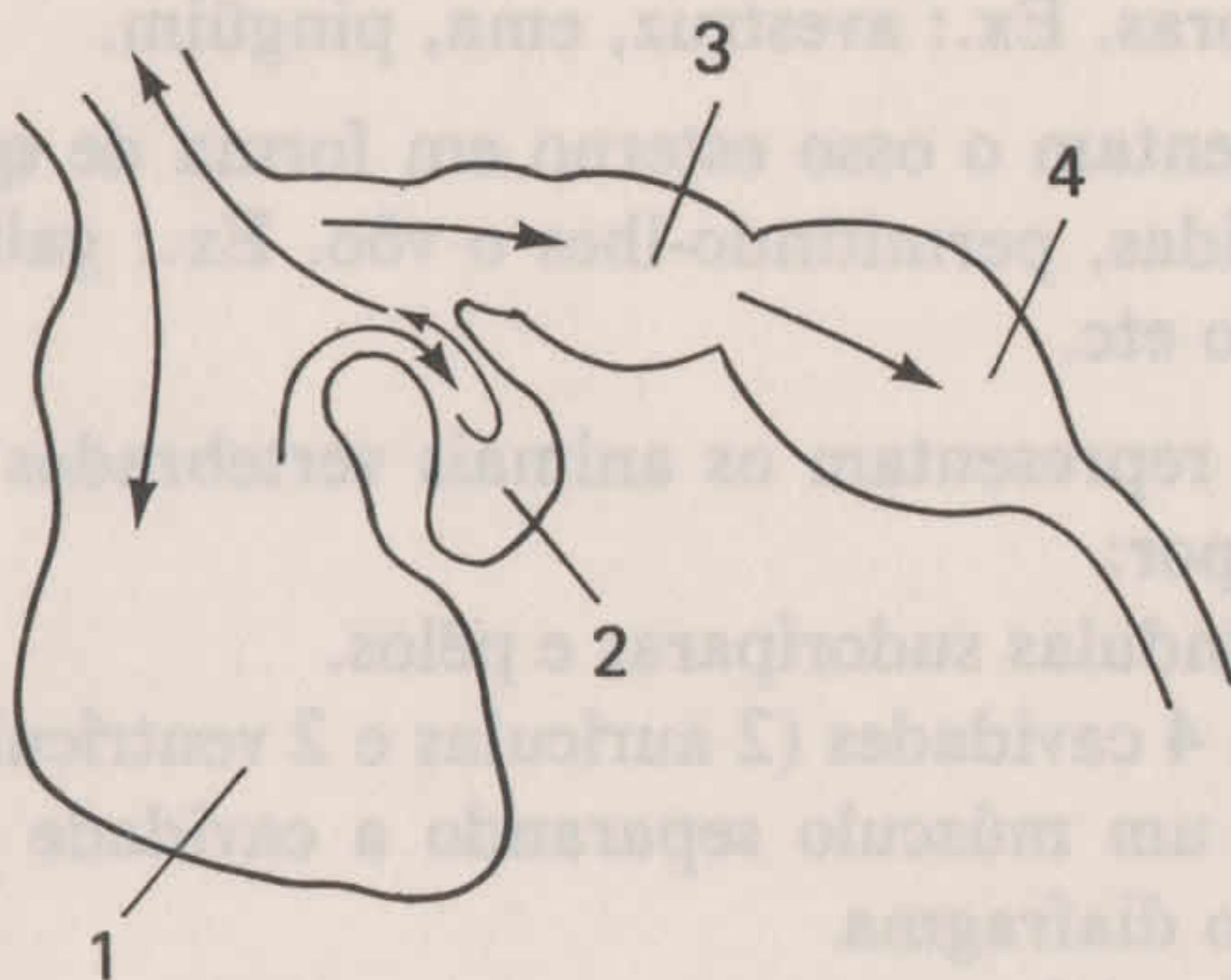


Fig. 7.32 — 1 — pança; 2 — barrete; 3 — folhoso; 4 — coagulador

O **sistema respiratório** apresenta: narinas, coanas, faringe (comum à digestão), laringe, traquéia, brônquios e pulmões alveolares com uma grande superfície respiratória. Na laringe, encontramos a epiglote (cartilagem que funciona como uma válvula que impede a penetração de alimentos na traquéia) e as cordas vocais (órgão da fonação).

No **sistema circulatório**, encontramos um coração com 4 cavidades, sendo o lado direito separado do lado esquerdo; nos mamíferos aquáticos existem dilatações nas veias e artérias, onde há acúmulo de sangue oxigenado, o que lhes permite prolongada permanência sob a água.

O sangue, que circula através do sistema vascular, inicia seu curso no **ventrículo esquerdo**, saindo do coração através da artéria **aorta** que se ramifica e o distribui para todo o organismo. Este sangue é recolhido por veias e, pelas cavas superior e inferior, retorna ao coração, entrando no seu **átrio (aurícula) direito** e indo para o **ventrículo direito** de onde sai através das **artérias pulmonares** para dirigir-se aos pulmões a fim de ser oxigenado (trocas gasosas). Dos pulmões o sangue sai pelas veias pulmonares e volta ao coração, penetrando no **átrio (aurícula) esquerdo** e indo deste para o **ventrículo esquerdo** de onde novamente será bombeado para o corpo.

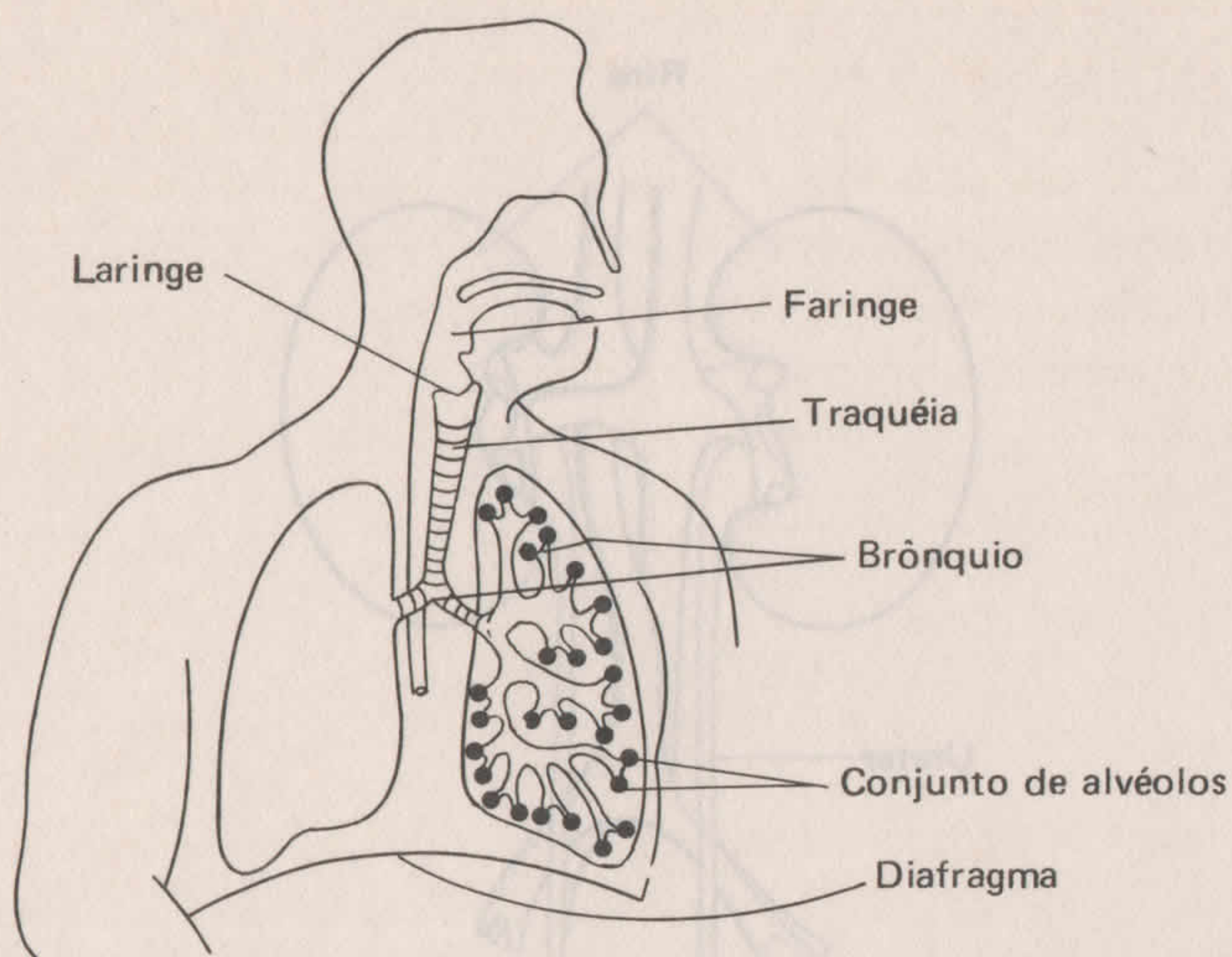


Fig. 7.33 — Sistema respiratório.

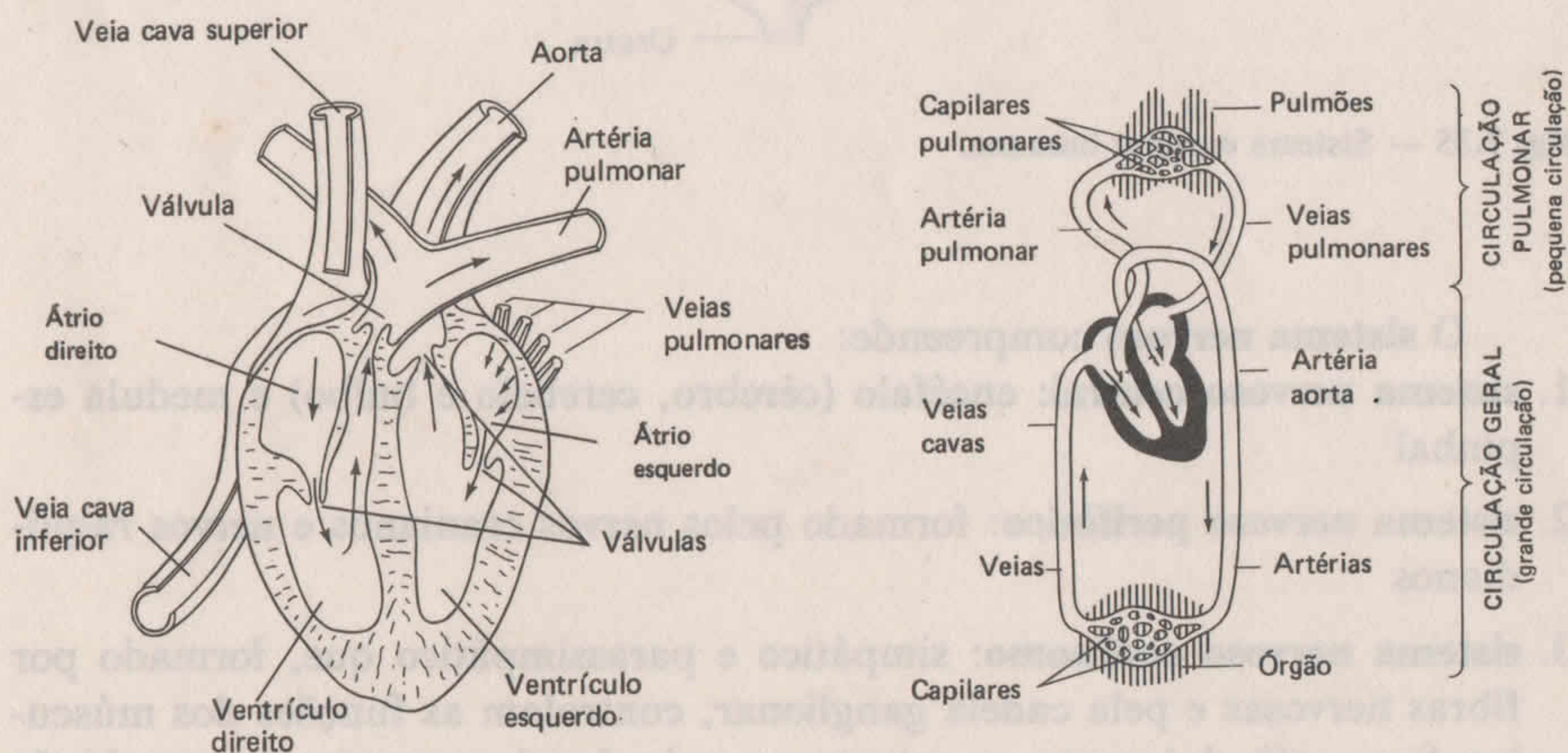


Fig. 7.34

O **sistema excretor** é formado por um par de **rins**, onde o sangue é filtrado ao nível de unidades denominadas “**néfrons**”, formando a urina. Esta chega à bexiga através dos ureteres e é eliminada por intermédio da uretra.

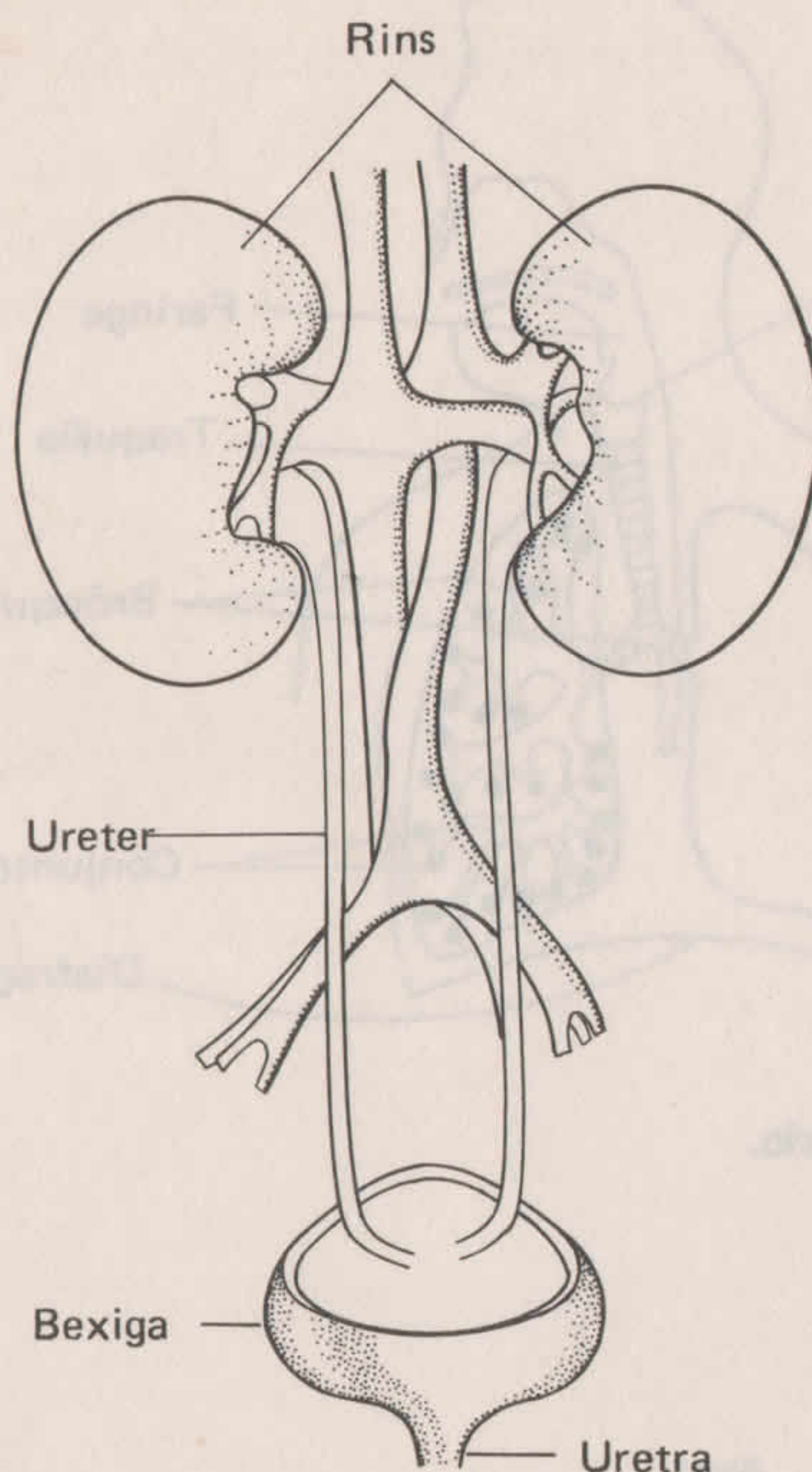


Fig. 7.35 — Sistema excretor humano.

O **sistema nervoso** compreende:

1. **sistema nervoso central:** encéfalo (cérebro, cerebelo e bulbo) e medula espinhal
2. **sistema nervoso periférico:** formado pelos nervos cranianos e nervos raquidianos
3. **sistema nervoso autônomo:** simpático e parassimpático que, formado por fibras nervosas e pela cadeia ganglionar, controlam as funções dos músculos lisos, glândulas etc. e estruturas cujo funcionamento independe da vontade

CLASSIFICAÇÃO

Os mamíferos apresentam 3 grupos principais:

1. **Prototérios** (protos = primeiro; terios = placenta)

Ordem: Monotremos

Não há representantes na fauna brasileira. São encontrados na Austrália, Nova Zelândia e em algumas regiões vizinhas. São mamíferos mais primitivos. Ex.: **équidna** e **ornitorrinco**.

O **ornitorrinco** põe ovos, tem cloaca e bico córneo semelhante ao das aves.

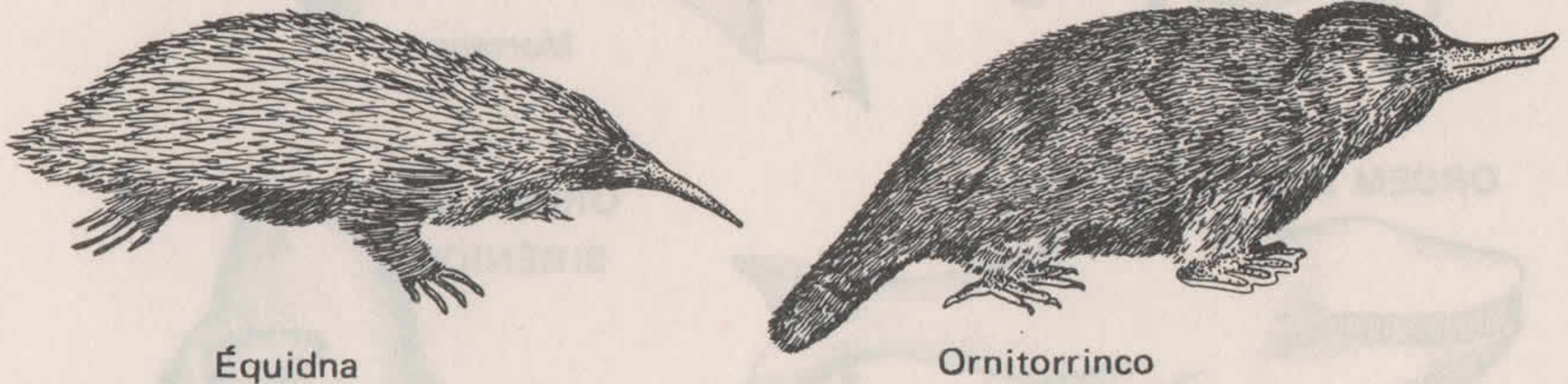


Fig. 7.36 — Monotremados.

2. Metatérios (**meta** = além, depois)

Ordem: Marsupial

Também muito encontrados na Austrália, têm representantes no Brasil. Nascem cegos e sem pêlos. Seu desenvolvimento é completo na bolsa marsupial onde se agarram às tetas. Exs.: canguru, gambá e cuíca.

3. Eutérios (**eu** = próprio, verdadeiro)

Representam a maioria dos mamíferos.

São placentários, os filhotes desenvolvem-se no interior do organismo materno onde se nutrem de alimentos provenientes do sangue materno através de trocas de gases e substâncias pela placenta. Nascem bem desenvolvidos, estando já aptos a entrarem em contato com o meio ambiente.

Apresentam as seguintes ordens:

desdentados: preguiça, tatu, tamanduá.

quirópteros: morcego

cetáceos: baleia, golfinho, cachalote

sirênios: peixe-boi, foca

roedores: rato, paca, cobaia, cotia, castor, esquilo etc.

carnívoros: cão, gato, urso, leão-marinho, lontra etc.

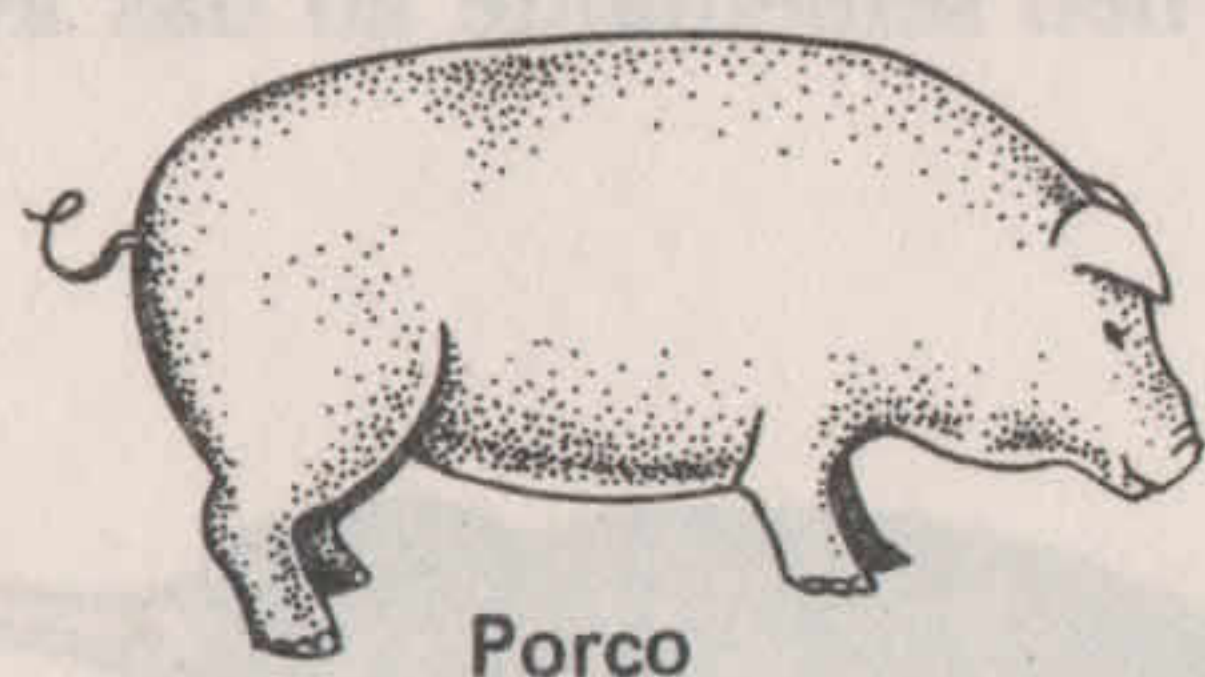
perissodáctilos: cavalo, asno, zebra, rinoceronte, anta etc.

proboscídeos: elefante

artiodáctilos: porco, javali, hipopótamo, camelo, cabra, boi, búfalo, alce etc.

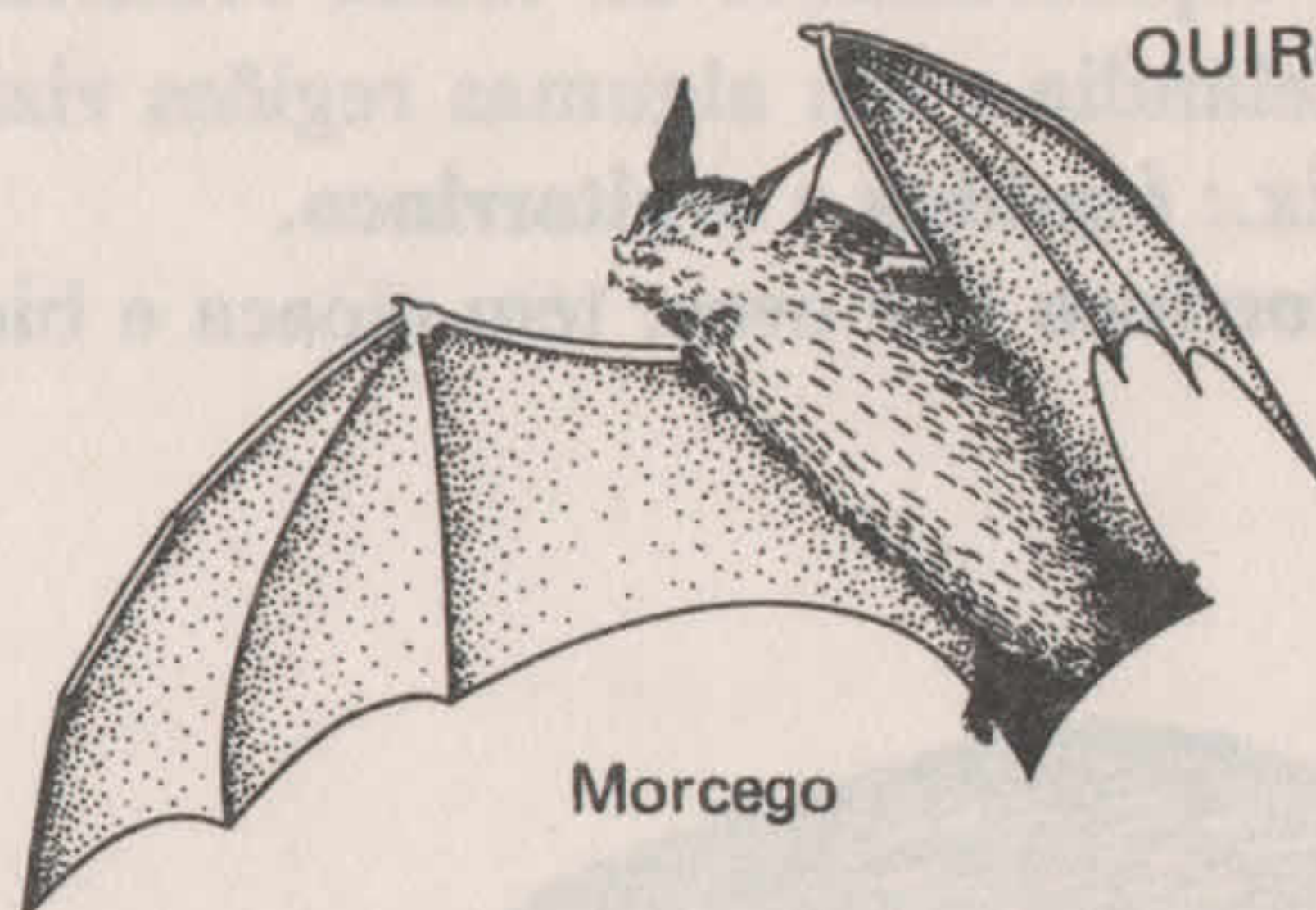
primatas: homem, macaco e gorila.

ORDEM DOS
ARTIODÁCTILOS



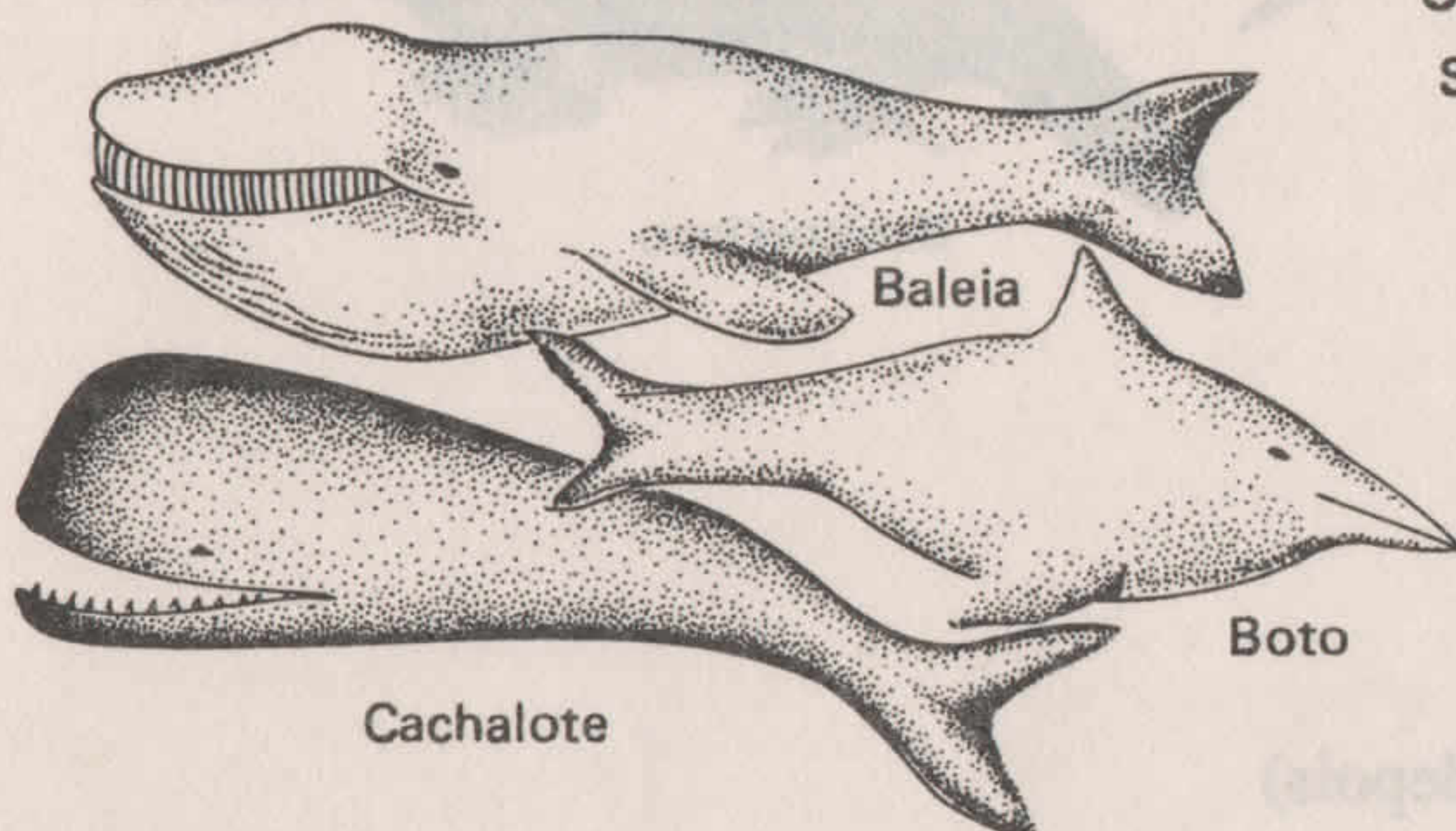
Porco

ORDEM DOS
QUIRÓPTEROS



Morcego

ORDEM DOS CETÁCEOS



Baleia

Boto

Cachalote

ORDEM DOS
SIRÊNIOS



Peixe-boi

ORDEM DOS ROEDORES



Coelho



Cão

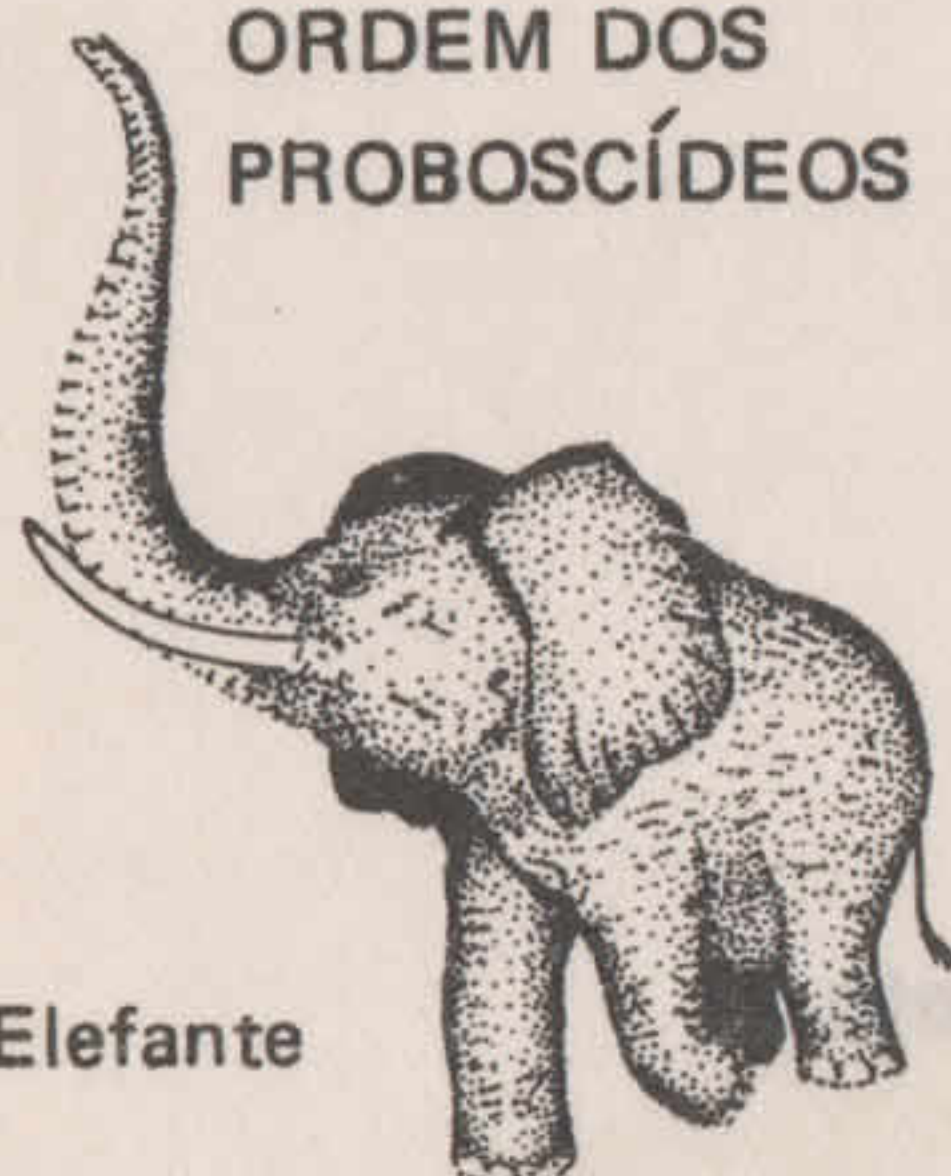
ORDEM DOS PRIMATAS



Rinoceronte

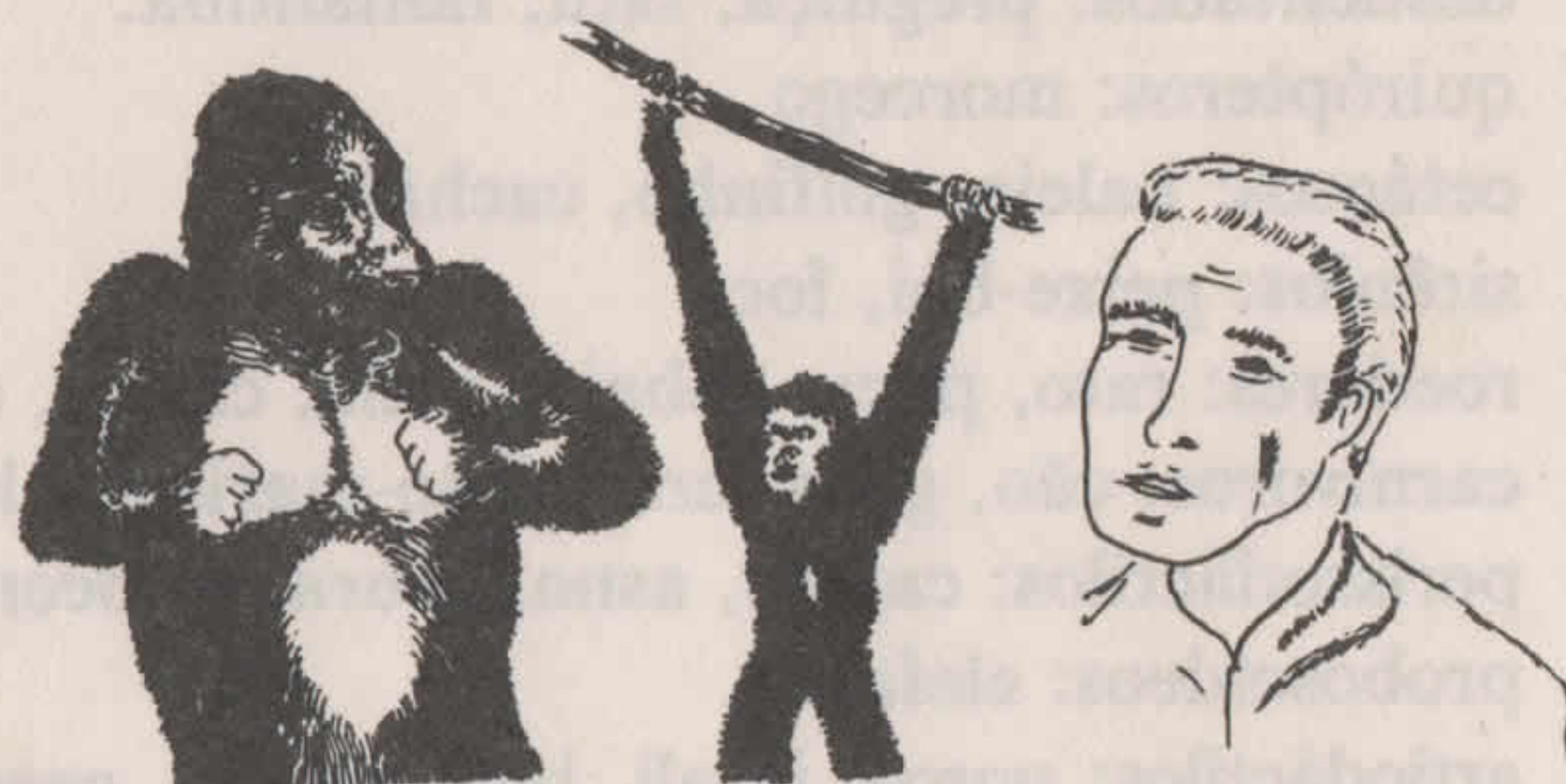
ORDEM DOS
CARNÍVOROS

ORDEM DOS
PROBOSCÍDEOS



Elefante

ORDEM DOS PRIMATAS



Símios

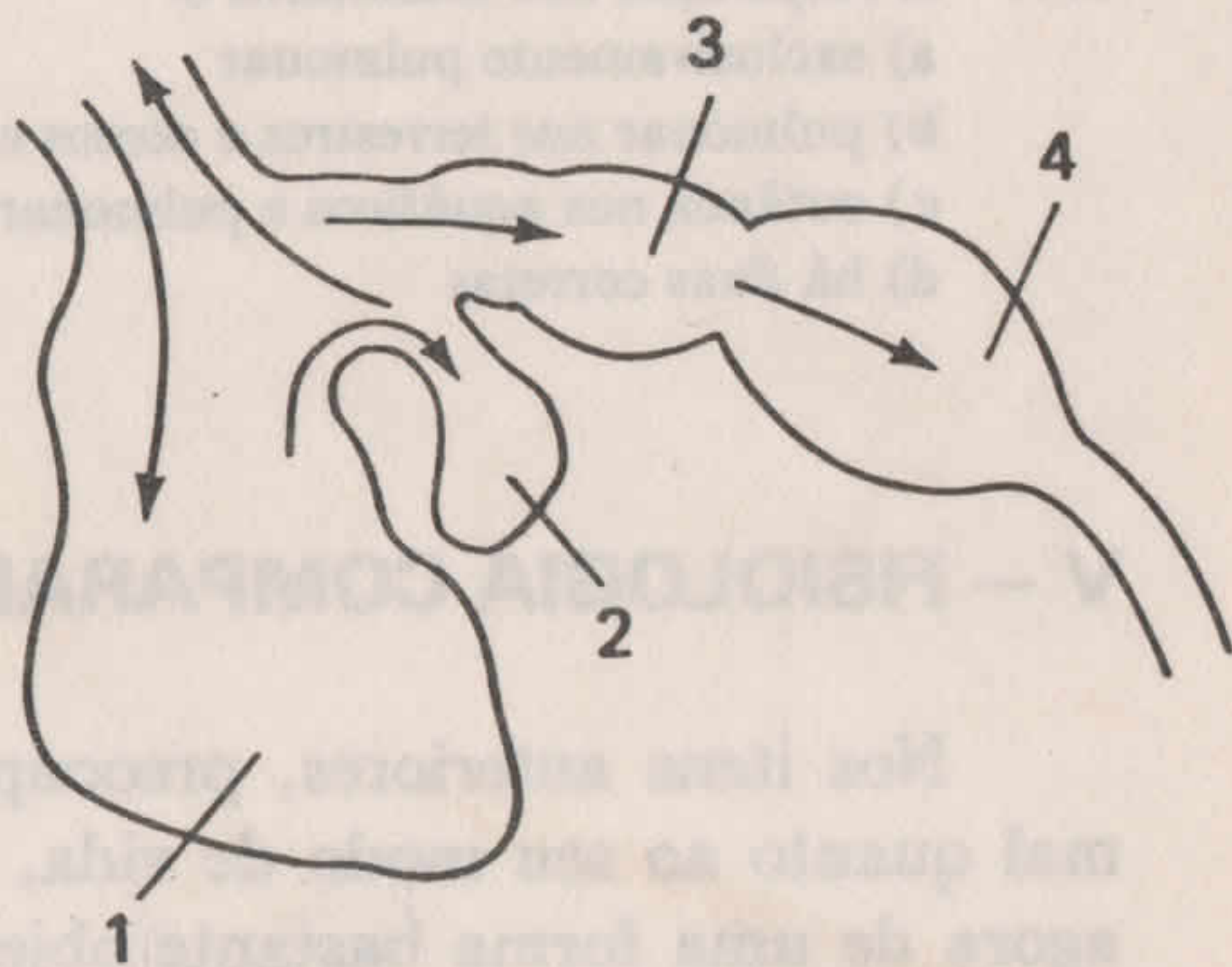
Homem

Fig. 7.37

TESTES

315. A glândula uropigeanas está relacionada com:
- reprodução das aves
 - equilíbrio de vôo
 - impermeabilização das penas
 - secreção de substâncias de cheiro
316. É característica exclusiva das aves:
- o esterno com quilha
 - glândula uropigeanas
 - presença de penas
 - todas são corretas
317. Representam notáveis aperfeiçoamentos das aves sobre os vertebrados inferiores:
- a oviparidade (são ovíparos)
 - a homeotermia, capacidade de vôo e circulação dupla
 - cobertura do corpo e oviparidade
 - todas são corretas.
318. A musculatura peitoral das aves relaciona-se com:
- circulação sangüínea
 - reprodução
 - movimentação das asas
 - impermeabilização das penas em dias de chuva
319. A moela tem função:
- química
 - armazenadora
 - mecânica e química
 - mecânica
320. A siringe é um órgão:
- respiratório
 - circulatório
 - canoro (vocal)
 - locomotor
321. Assinale a alternativa que apresenta características encontradas nos mamíferos:
- pêlos
 - não possuem pêlos, porém têm glândulas mamárias
 - glândulas mamárias
 - as alternativas d e c são corretas
322. Associe:

- () Barrete
- () Pança
- () Folhoso
- () Coagulador



323. Animais homeotérmicos são apenas:
- a) aves e répteis
 - b) mamíferos
 - c) aves e anfíbios
 - d) aves e mamíferos
324. O coração das aves e dos mamíferos possui:
- a) 3 cavidades
 - b) 4 cavidades
 - c) 2 cavidades
 - d) 1 cavidade
325. O sentido de circulação do sangue nos mamíferos, partindo-se do ventrículo esquerdo (VE), é o seguinte:
- a) VE → organismo → AD → VD → pulmões → AE → VE
 - b) VE → pulmões → AD → VD → organismo → AE → VE
 - c) VE → AD → VD → organismo → pulmões → AE → VE
 - d) VE → organismo → AD → AE → pulmões → VD → VE
326. Os néfrons são estruturas encontradas nos:
- a) rins e relacionam-se com a filtração da urina
 - b) rins e relacionam-se com a filtração do sangue
 - c) músculos e têm funções energéticas
 - d) rins e não apresentam função
327. Assinale a alternativa que apresenta apenas mamíferos:
- a) baleia, cavalo-marinho, boi, cachalote, ornitorrinco
 - b) ornitorrinco, peixe-boi, baleia, foca, leão-marinho
 - c) leão-marinho, peixe-boi, cavalo-marinho, ema, avestruz
 - d) ornitorrinco, peixe-boi, baleia, foca, golfinho, ema
328. São ovíparos:
- a) ornitorrinco e aves
 - b) apenas as aves
 - c) aves, répteis e mamíferos
 - d) mamíferos aquáticos e répteis
329. Assinale a alternativa correta:
- a) O pingüim é um mamífero edentado.
 - b) Bico córneo ocorre somente nas aves.
 - c) As aves não possuem glândulas sebáceas.
 - d) As aves apresentam bexiga.
330. A respiração nos mamíferos é:
- a) exclusivamente pulmonar
 - b) pulmonar nos terrestres e aéreos e branquial nos aquáticos
 - c) cutânea nos aquáticos e pulmonar nos terrestres
 - d) há duas corretas

V — FISIOLOGIA COMPARADA

Nos itens anteriores, preocupamo-nos em caracterizar cada grupo animal quanto ao seu modo de vida, seu habitat, sua reprodução etc. Veremos agora de uma forma bastante objetiva as principais funções vitais e como se

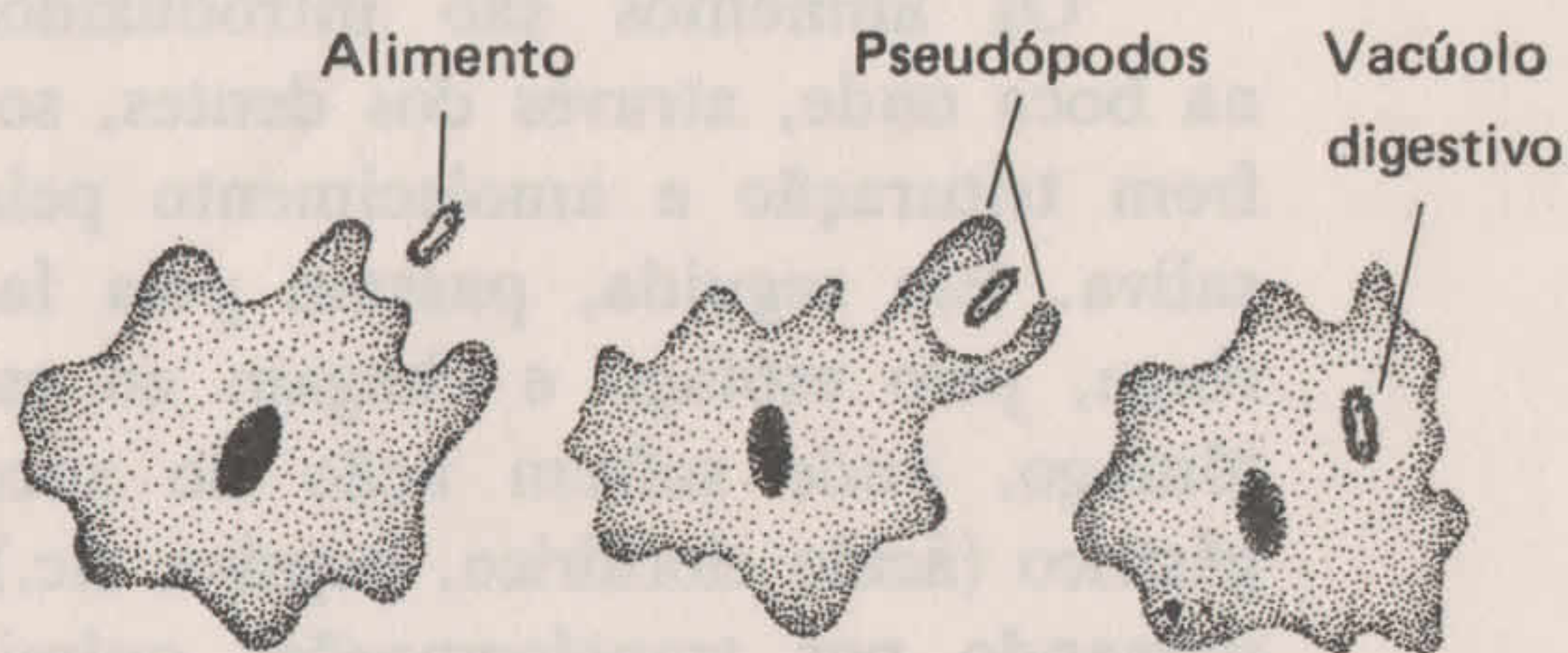
realizam desde o animal mais primitivo até o animal mais complexo, o homem.

1. Nutrição

No capítulo 2, vimos que os vegetais são seres vivos autótrofos, isto é, capazes de produzir seus próprios alimentos através do processo da **fotossíntese**. Os animais, entretanto, alimentam-se de substâncias do meio exterior e para tal devem ingeri-las e transformá-las em outras menores, capazes de atravessar as membranas celulares. À transformação destas substâncias (alimentos) à custa de processos mecânicos (físicos) e químicos (enzimas digestivas) denominamos **digestão**.

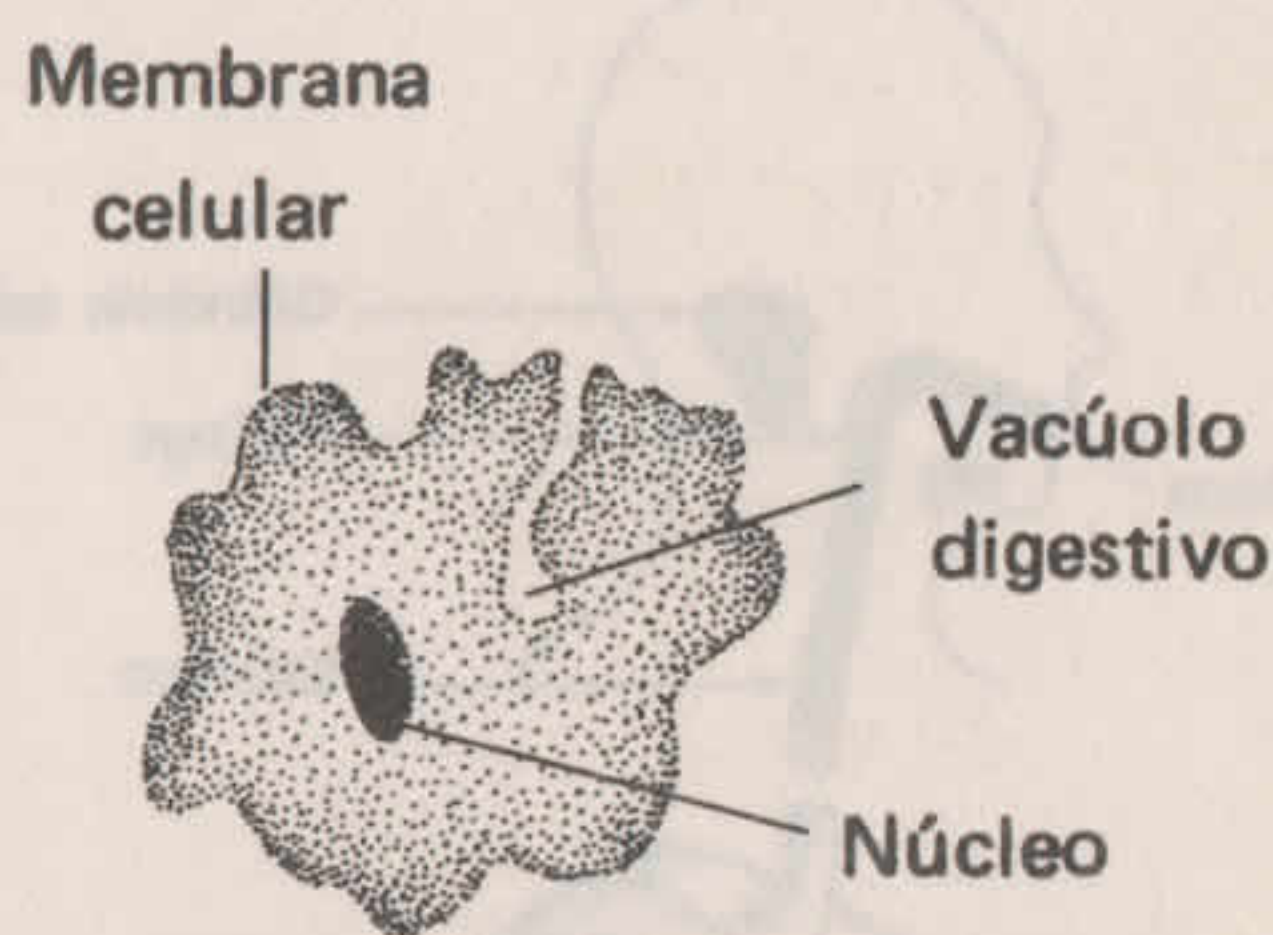
Nos animais **unicelulares**, a digestão é intracelular e a ingestão de alimentos se faz por **fagocitose** (sólidos), **pinocitose** (líquidos) ou ainda por simples difusão.

Fagocitose



A célula engloba partículas (alimento)

Pinocitose



A célula bebe soluções contendo grandes moléculas

Fig. 7.38

Nos animais **pluricelulares** primitivos existe uma cavidade no corpo no interior da qual as partículas ingeridas sofrem a digestão. Os resíduos são eliminados pelo mesmo orifício de entrada. Tal estrutura, apresentando uma cavidade digestiva com um único orifício de **ingestão** e **egestão**, corresponde a uma forma de **aparelho digestivo** dito **incompleto** como ocorre nos celenterados e platelmintos (*Hydra*, por ex.). Em outros organismos, tal cavidade apresenta-se sob a forma de um tubo com 2 orifícios, um para a entrada dos alimentos (boca) e outro para a eliminação dos resíduos (ânus). Este **aparelho digestivo** é chamado **completo**, existindo nos Asquelmintos, Anelídeos, Artrópodes e Vertebrados.

Ao longo do tubo, podem existir dilatações que recebem denominações especiais e glândulas a ele ligadas que, através da produção de enzimas digestivas, auxiliam a digestão dos alimentos.

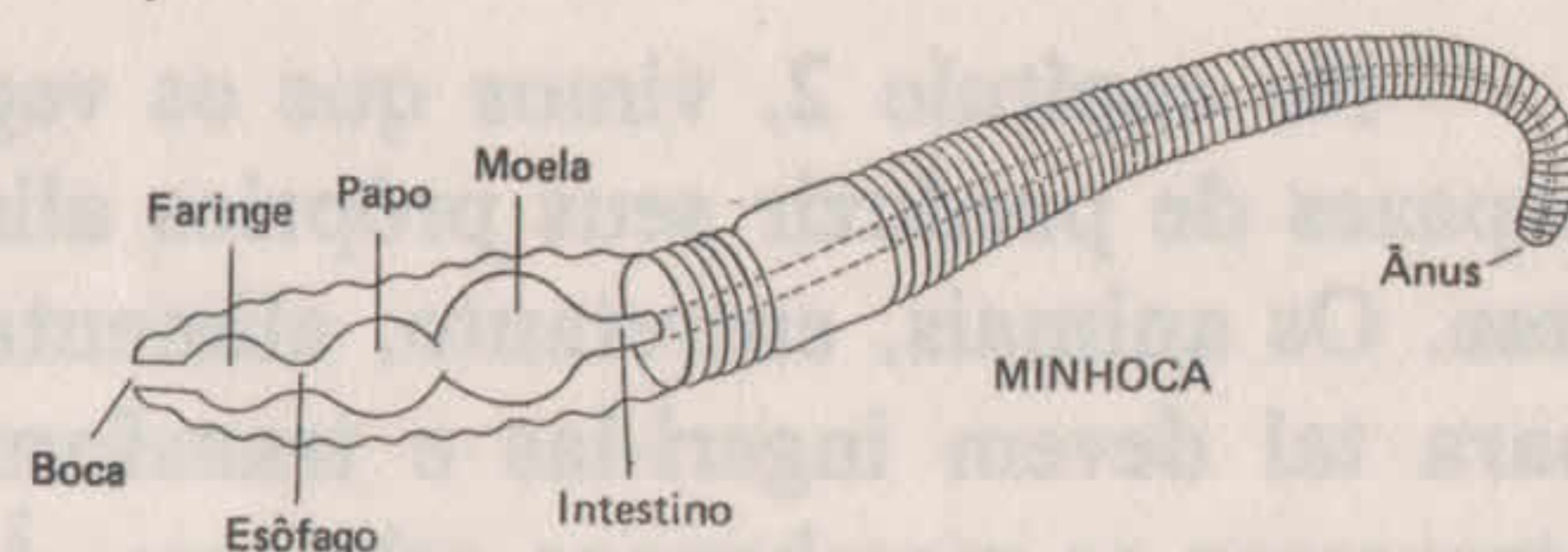
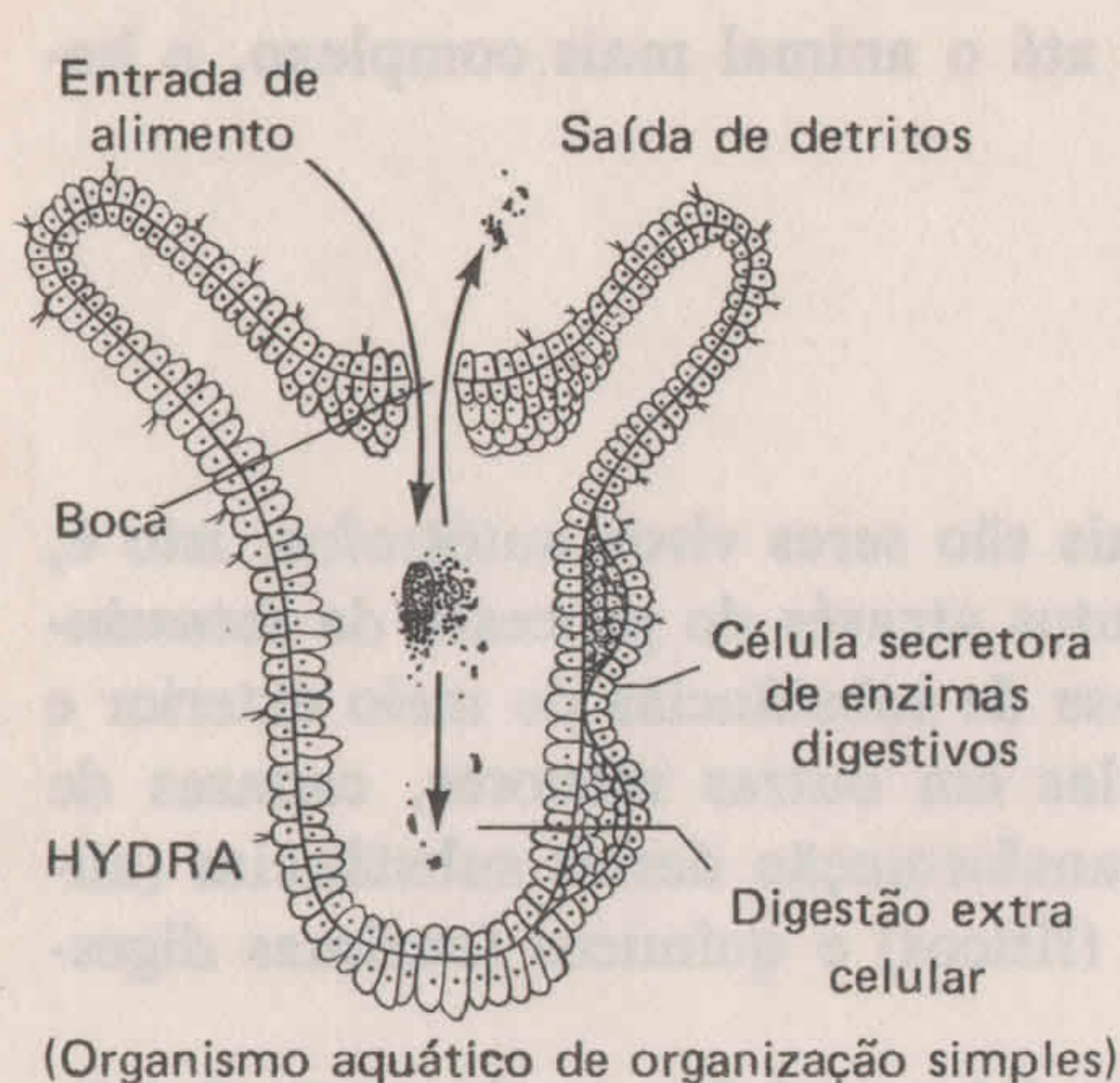
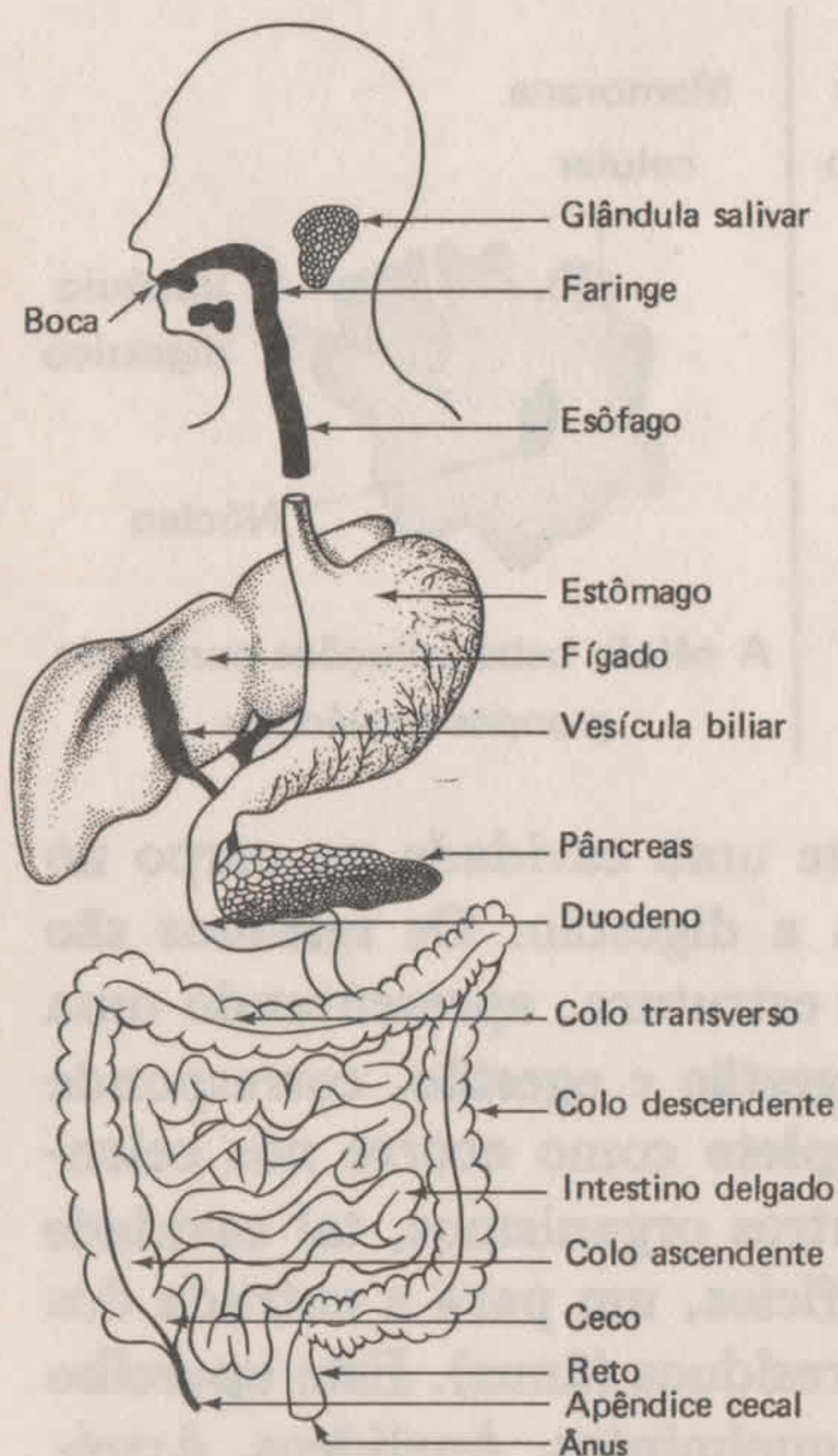


Fig. 7.39

Uma grande especialização do aparelho digestivo é encontrada nos mamíferos, onde o mesmo é mais complexo, com uma série de glândulas anexas (fígado, pâncreas e glândulas salivares) que produzem enzimas digestivas.



OBSERVAÇÃO: No esquema acima alguns órgãos estão em posição forçada.

Fig. 7.40 — Aparelho digestivo do homem.

Os alimentos são introduzidos na boca onde, através dos dentes, sofrem trituração e amolecimento pela saliva. Em seguida, passam pela faringe, pelo esôfago e chegam ao estômago, onde sofrem ação do suco gástrico (ácido clorídrico, pepsina etc.), passando por transformações químicas; do estômago passam para o duodeno, onde recebem bílis do fígado e suco pancreático (tripsina, amilase e lipase) do pâncreas, continuando desta forma a digestão química. Do duodeno passam para o jejuno e deste para o íleo. O fim do íleo marca o fim do intestino delgado, onde ocorre a maior parte da digestão e absorção dos alimentos. Do íleo os alimentos passam para o cólon ascendente transverso, o descendente, o sigmóide e o reto, onde ocorre absorção de água e sais minerais, formando-se deste modo, o bolo fecal que será eliminado pelo ânus.

As enzimas que agem na digestão dos alimentos são várias:

	LOCAL — PRODUÇÃO	AÇÃO
ENZIMA: PTIALINA	Glândulas salivares	transforma amido em maltose
ENZIMA: PEPSINA	Mucosa gástrica	age sobre as proteínas
ENZIMA: TRIPSINA	Pâncreas	age sobre as proteínas
ENZIMA: AMÍLASE	Pâncreas e intestino	age sobre o amido transformando-o em maltose
ENZIMA: LIPASE	Pâncreas	age sobre as gorduras
BÍLIS (não é enzima)	Fígado	emulsiona as gorduras

Nota: na mucosa gástrica, ocorre a formação de **pepsinogênio** que, no interior do estômago, sob ação do **ácido clorídrico** (HCl), transforma-se em **pepsina**. O mesmo ocorre à **tripsina**, produzida pelo pâncreas sob a forma de **tripsinogênio** que, no duodeno, encontrando um meio básico, transforma-se em **tripsina**.

2. Locomoção

Neste particular, interessa-nos apenas lembrar que os animais, por se alimentarem de substâncias do meio exterior, devem apresentar órgãos de apreensão dos mais variados tipos (pinças, quelíceras, mãos etc.) e **órgãos de locomoção** utilizados na busca dos alimentos.

3. Circulação

Os organismos mais complexos apresentam sistemas especializados na circulação ou transporte das substâncias pelo organismo.

Nos seres **unicelulares**, a distribuição das substâncias é feita por difusão, graças à ciclose (movimento do citoplasma) e por vacúolos que percorrem toda a célula. Nos organismos **pluricelulares** primitivos a distribuição é feita por difusão. Em animais maiores e mais complexos, tal processo seria muito deficitário, existindo para a distribuição das substâncias o **sistema circulatório**.

O **sistema circulatório aberto** ou **lacunar** (insetos, crustáceos, aracnídeos, moluscos etc.) é um sistema onde o sangue (líquido circulante) sai através de vasos do coração em direção aos espaços entre os tecidos. Aí ocorrem as trocas de alimento entre os tecidos e o sangue, sendo este último coletado por outros vasos que o levam de volta ao coração.

Nos animais mais evoluídos, encontramos o **sistema circulatório fechado**, que aparece na minhoca (anelídeos) e em todos os vertebrados. Tal sistema caracteriza-se por apresentar um órgão central — o coração — que, dotado de musculatura potente, tem como função manter o sangue em circulação pelo organismo. Este, por sua vez, circula sempre no interior de vasos sanguíneos.

São vasos sanguíneos:

artérias — apresentam sangue arterial (rico em O_2), com exceção das artérias pulmonares que apresentam sangue venoso (rico em CO_2). Nas artérias, o sangue tem o sentido do coração para o organismo. Daí dizer-se que artérias são vasos sanguíneos por onde o sangue sai do coração.

veias — transportam sangue venoso, com exceção das veias pulmonares que apresentam sangue arterial (rico em O_2). Através das veias o sangue retorna ao coração.

capilares — são vasos microscópicos que se originam de ramificações das artérias. Neles ocorrem as trocas de alimentos e gases entre o sangue e as células. Após uma ramificação extensa, os capilares se unem novamente, formando as veias.

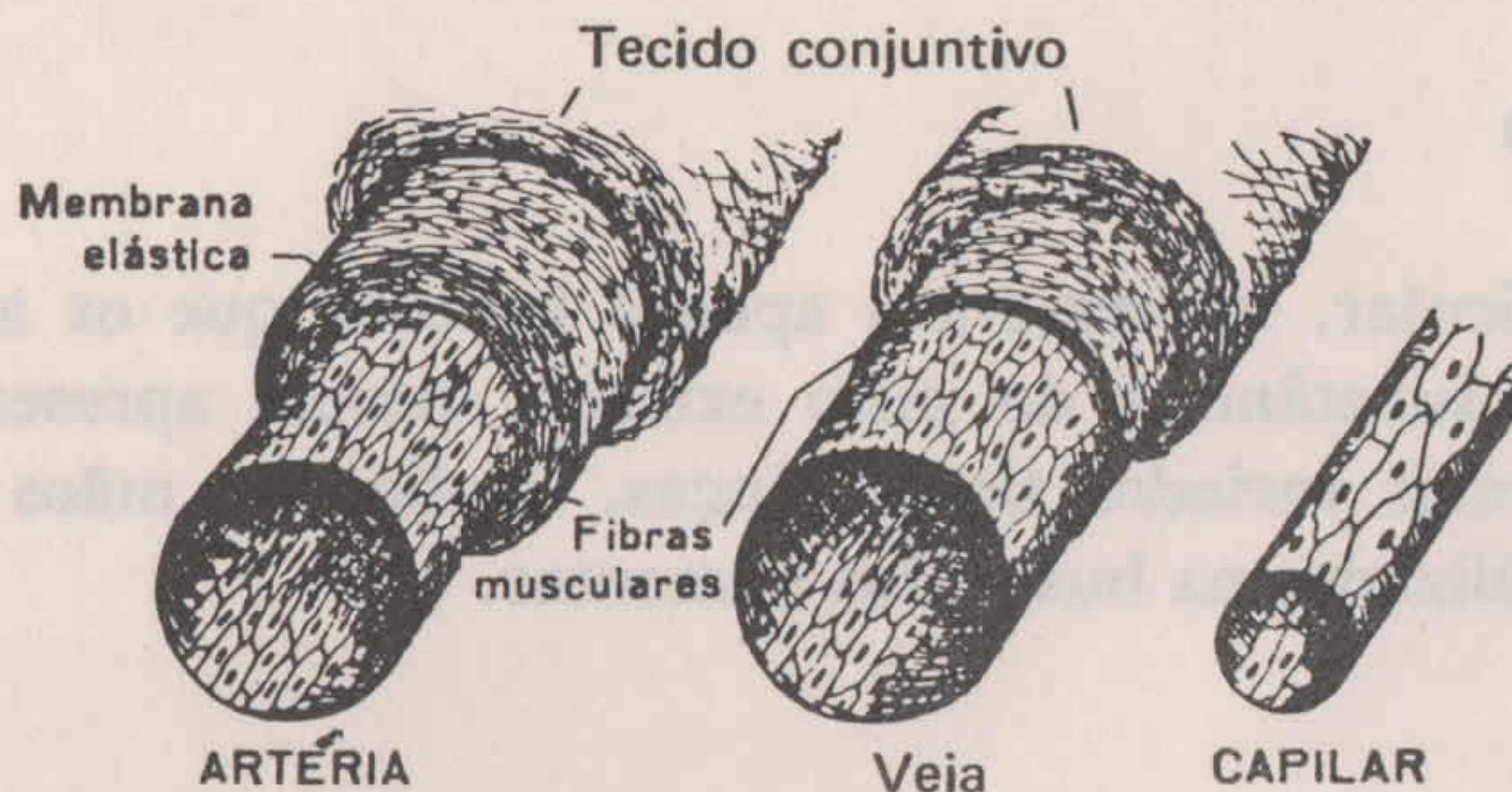


Fig. 7.41 — Estrutura dos vasos sanguíneos (desenho esquemático). As artérias tem uma camada muscular mais grossa que as veias, e estas podem ser de maior diâmetro que suas artérias correspondentes. As paredes dos capilares estão formadas somente por endotélio.

TESTES

331. Na maioria dos animais, a digestão ocorre:
- a) somente no interior das células
 - b) somente fora das células
 - c) inicialmente dentro e, depois, fora das células
 - d) inicialmente fora e, depois, dentro das células
332. Os protozoários em geral apresentam:
- a) digestão em vacúolos digestivos
 - b) digestão extracelular
 - c) digestão extracelular e intracelular
 - d) nenhuma das alternativas anteriores
333. (MED—SANTOS—72) A primeira fase da digestão das proteínas dá-se:
- a) na boca, pela ação das enzimas proteolíticas da saliva
 - b) no estômago, pela ação da pepsina
 - c) no duodeno, pela ação de enzimas pancreáticas
 - d) no estômago, pela ação da tripsina
334. (PUC—SP—73) Para esta questão, marque:
- I — O tripsinogênio é produzido pelas glândulas do duodeno.
 - II — O suco pancreático contém lipases.
 - III — O tripsinogênio se transforma em tripsina em presença de HCl.
- a) se todas as proposições estiverem erradas
 - b) se apenas uma estiver certa
 - c) se a primeira e a segunda estiverem certas
 - d) se a primeira e a terceira estiverem certas
335. (CESCEM—72) Na digestão humana, das três enzimas abaixo citadas os alimentos entram em contato, sucessivamente, com:
- | | |
|---------------------------------|---------------------------------|
| a) ptialina, tripsina e pepsina | c) tripsina, ptialina e pepsina |
| b) ptialina, pepsina e tripsina | d) tripsina, pepsina e ptialina |

4. Respiração (sistemas de trocas gasosas)

Vimos nos capítulos anteriores que os seres vivos necessitam de gás oxigênio (O_2) o qual, no interior das mitocôndrias, “queima” os alimentos (glicose), libertando energia para outras reações e para a atividade geral do organismo. Vimos também que, durante tal processo, se forma gás carbônico (CO_2) o qual, sendo tóxico, deverá ser eliminado do organismo. Como ocorrem tais trocas gasosas?

Nos organismos unicelulares e pluricelulares primitivos, aquáticos ou de ambiente úmido, tais trocas gasosas ocorrem por **simples difusão** através da superfície do corpo. Para os animais pluricelulares já dotados de tegumento (pele), fala-se em **respiração cutânea**.

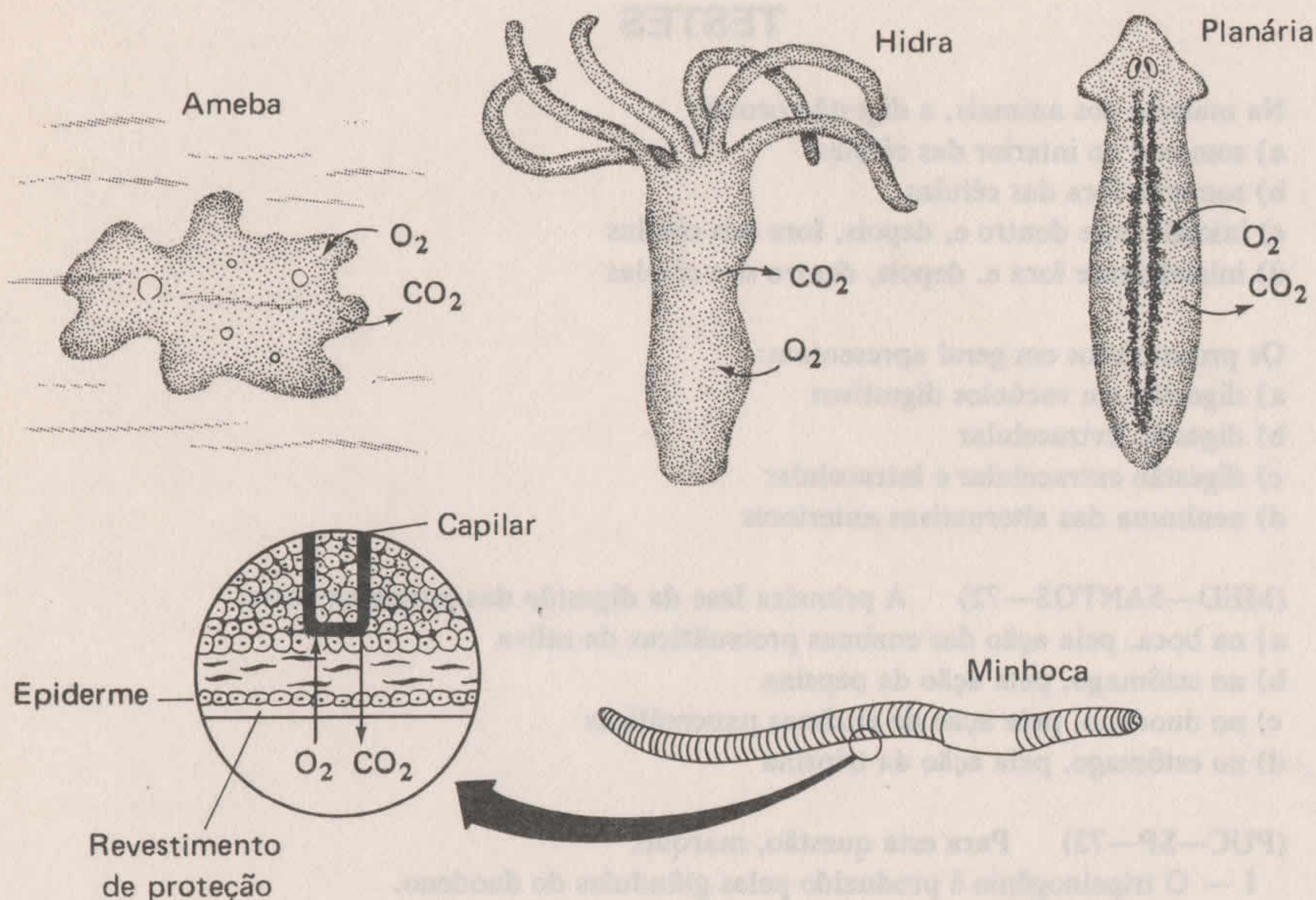


Fig. 7.42

Nos insetos, a difusão pela superfície do corpo não é possível uma vez que, por viverem em ambiente seco, apresentam um revestimento quitinoso que torna sua epiderme impermeável. As trocas gasosas nesses animais são feitas através de um sistema de tubos que leva o ar a todas as partes do corpo. Esses tubos são chamados **traquéias** e o sistema de tubos denomina-se **sistema respiratório traqueal**.

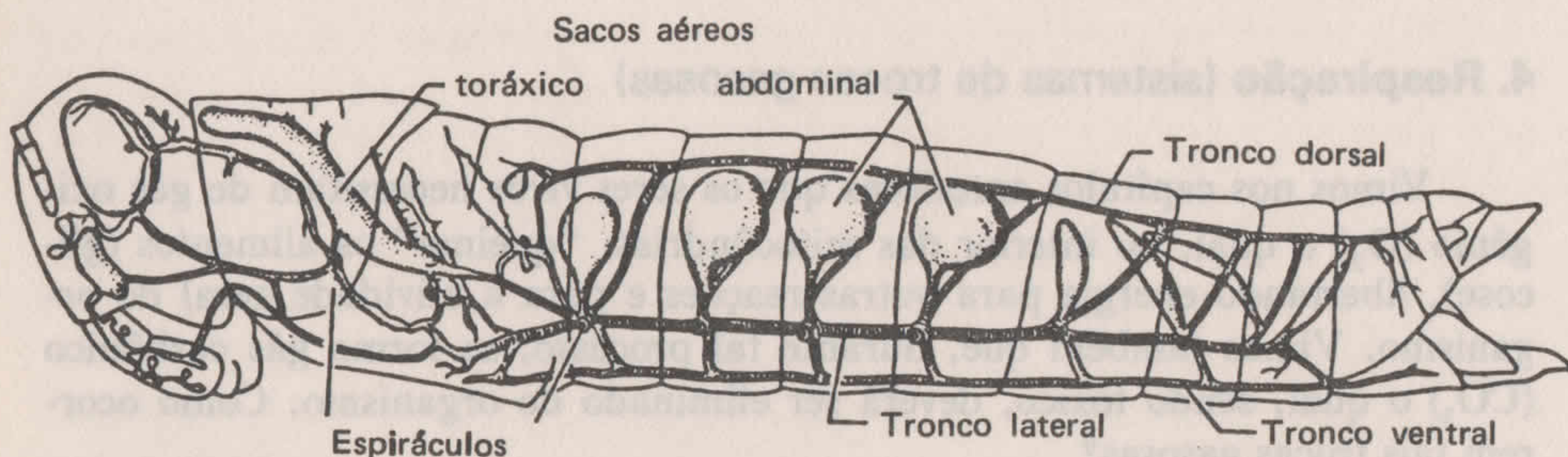


Fig. 7.43

Outros pluricelulares, como peixes, moluscos, etc., que são aquáticos se utilizam do **sistema respiratório branquial**.

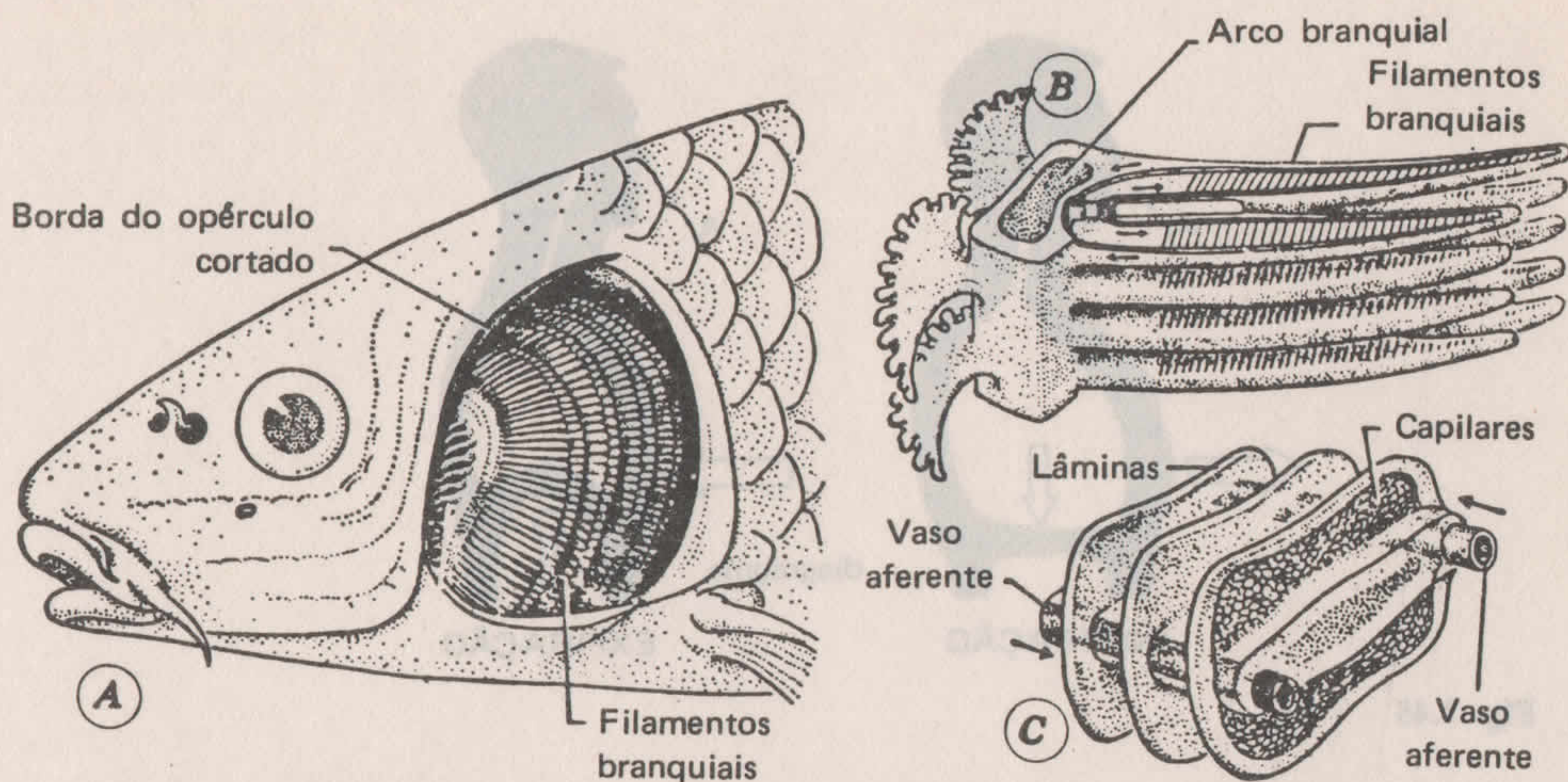


Fig. 7.44 — Branquias de um peixe ósseo (*carpa*). (A) Branquias dentro da câmara branquial. (B) Parte de uma branquia mostrando os filamentos. (parcialmente segundo Goldschmidt, Ascaris, Prentice — Hall, Inc.)

No homem e em todos os mamíferos, nas aves e nos répteis vamos encontrar o **sistema respiratório pulmonar** que, na espécie humana, se apresenta altamente especializado. É formado pelo nariz e suas fossas nasais (por onde o ar entra e sai dos pulmões), faringe (comum ao aparelho digestivo), laringe (onde encontramos as cordas vocais, responsáveis pela fonação), traquéias, brônquios e bronquíolos, os quais terminam nos sacos alveolares que, em conjunto, formam os pulmões.

Mecanismo da respiração

O ar entra e sai de nossos pulmões graças aos movimentos de **inspiração** e **expiração**. Durante a inspiração, o ar é forçado a entrar em nossos pulmões devido à dilatação da caixa torácica pela elevação das costelas, contração dos músculos intercostais e abaixamento do diafragma (vide figura), o que diminui a pressão interna, fazendo com que o ar de fora seja empurrado para os pulmões. Após a inspiração, as costelas voltam à posição inicial e o diafragma eleva-se, comprimindo os pulmões, isto é, diminuindo o volume interno da caixa torácica e com isto forçando o ar a sair devido ao aumento da pressão interna.

As trocas gasosas ocorrem, realmente, ao nível dos alvéolos pulmonares, que são ricamente vascularizados. Por diferença de concentração de gases, o oxigênio (O_2) passa dos alvéolos para o sangue, enquanto que o gás carbônico (CO_2) passa do sangue para o interior dos alvéolos, isto é, o sangue transforma-se de **venoso** em **arterial**. A este fenômeno dá-se o nome de **hematose**.

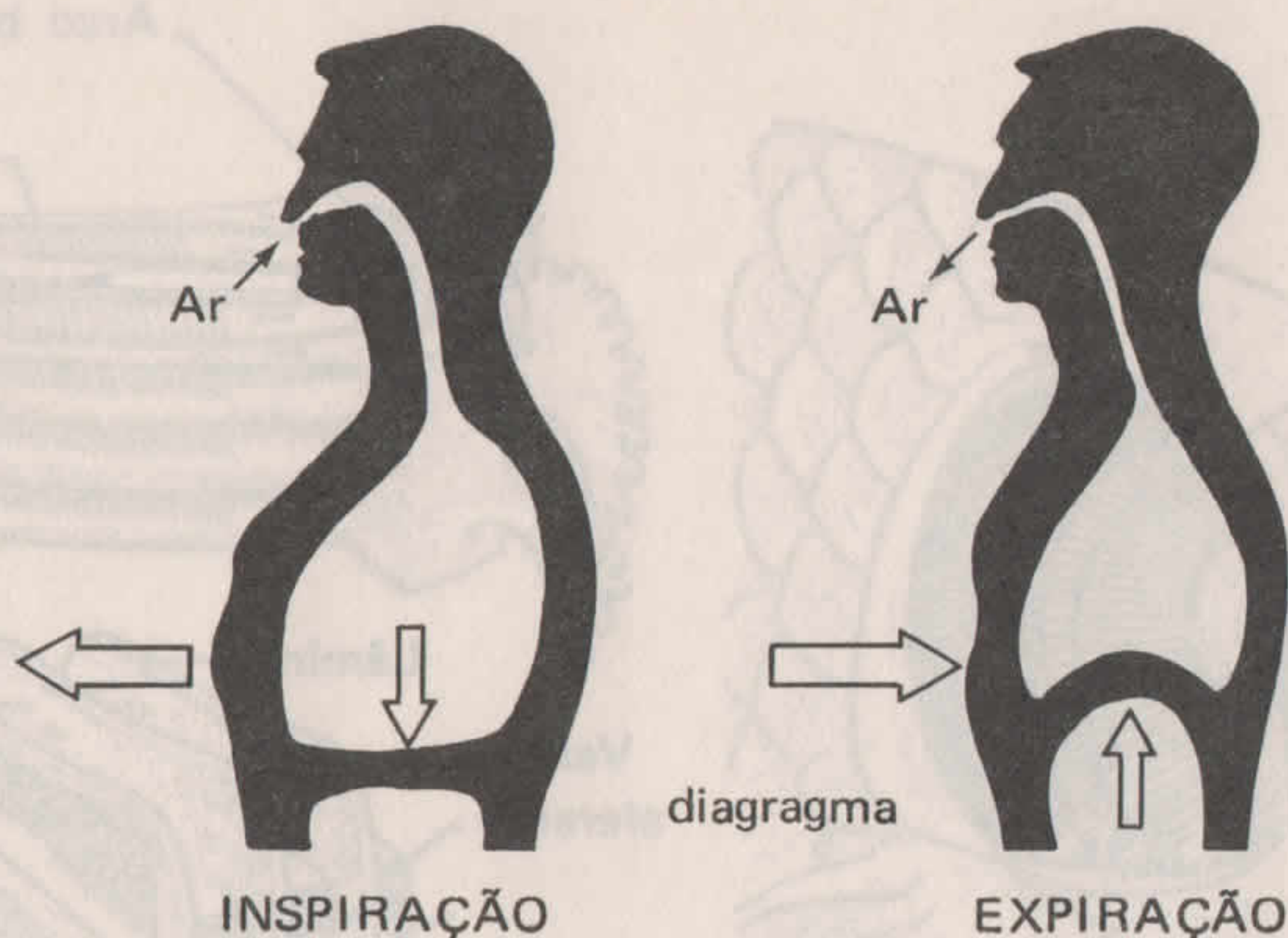


Fig. 7.45

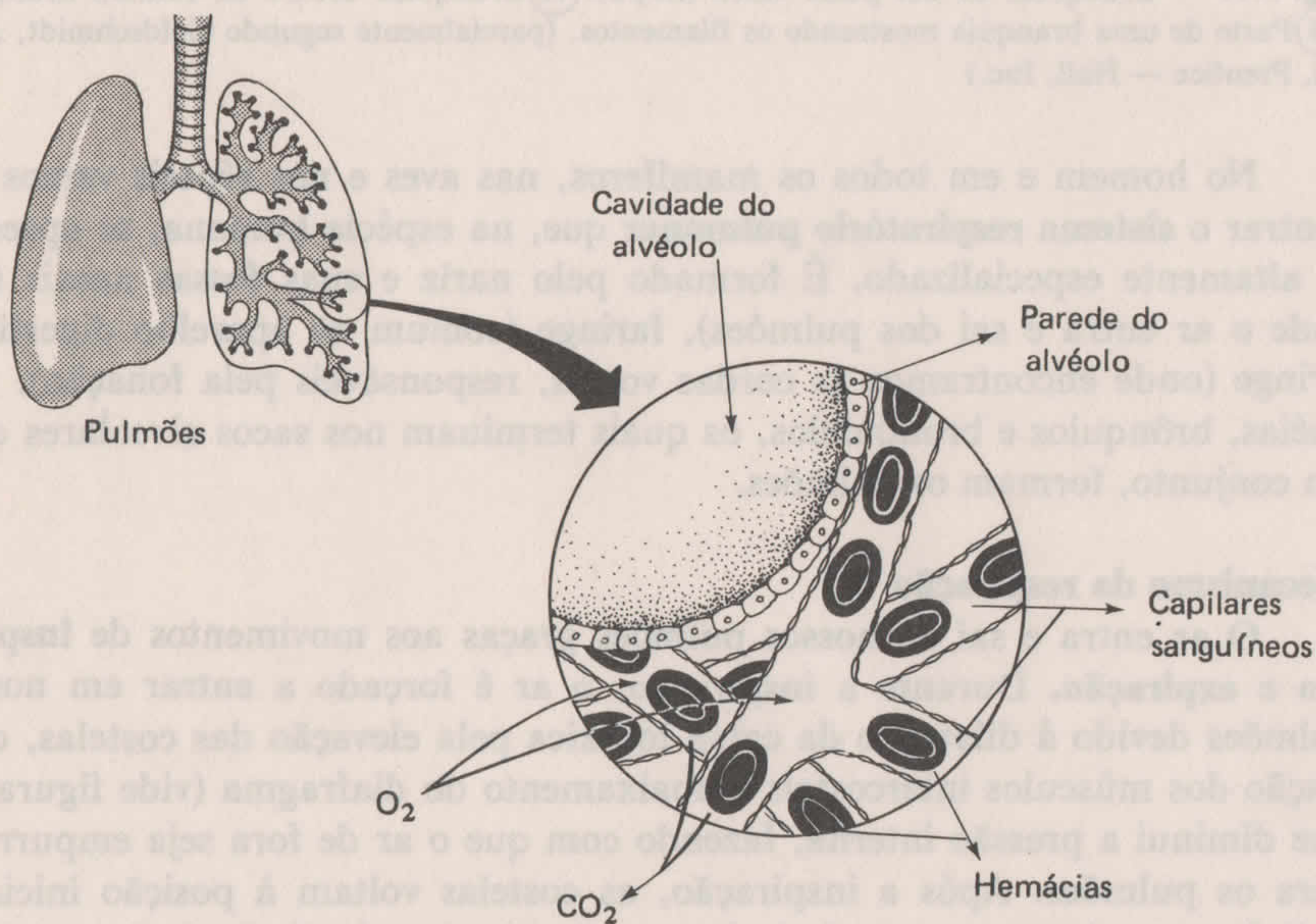


Fig. 7.46 — Trocas gasosas.

5. Excreção

As substâncias tóxicas e inúteis ao organismo, produzidas pelo funcionamento dos tecidos, devem ser eliminadas, mantendo-se desta forma, a composição no interior do corpo sempre constante. A eliminação de resíduos do metabolismo é chamada excreção.

Nos **unicelulares** e **pluricelulares primitivos**, a excreção é feita por simples **difusão**. Estes animais excretam principalmente a **amônia**, que é um produto nitrogenado. A excreção desse produto deve-se à grande quantidade de água que esses animais apresentam no organismo, uma vez que a amônia é muito solúvel em água.

Nos animais **pluricelulares** mais evoluídos, surgem células especializadas para a excreção. A **planária** (Platelminto), por exemplo, apresenta as **células flama** ou **solenócitos**. Nos insetos aracnídeos, encontramos os **túbulos de Malpighi**; nos crustáceos, as **glândulas verdes**; nos anelídeos, os **nefrídios** e, finalmente, nos vertebrados, os **rins** com suas unidades filtradoras e excretoras.

É na espécie humana (mamíferos) que o aparelho excretor se apresenta mais complexo, sendo formado por 2 rins, 2 ureteres, bexiga e uretra. Cada **rim** apresenta unidades filtradoras, os **néfrons**, formados pelo **glomérulo**, pela **cápsula de Bowman** e pelos **túbulos contornados distais e proximais** que terminam em um **túbulo coletor**.

Os excretas (resíduos que serão excretados), após saírem do sangue, entram no glomérulo, passam para a cápsula de Bowman, pelos túbulos contornados distal e proximal, indo para o túbulo coletor. Daí passam para os cálices renais e ureteres, chegando à bexiga, de onde posteriormente serão eliminados pela uretra.

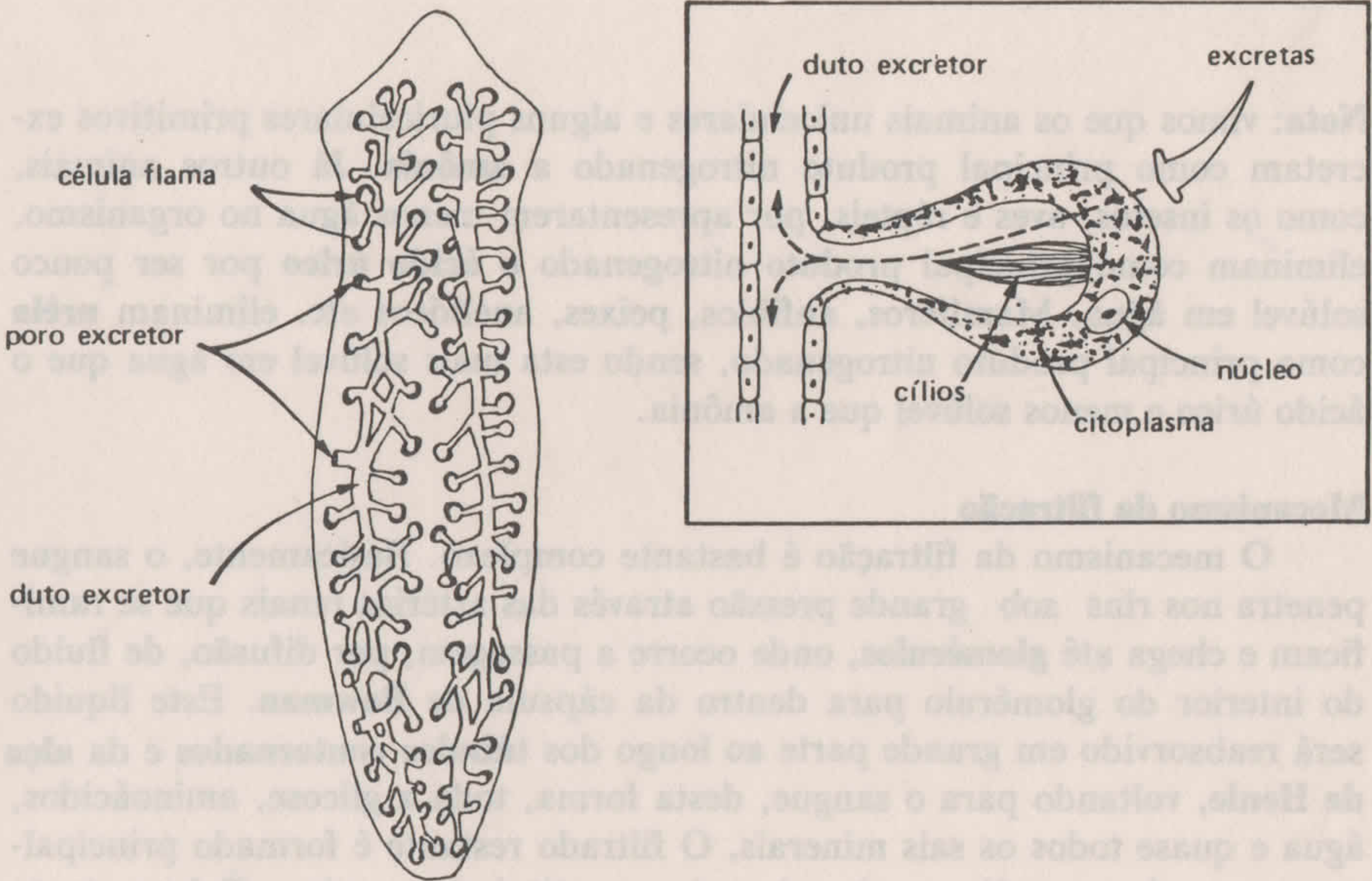


Fig. 7.47 — Sistema excretor da planária, evidenciando a célula flama.

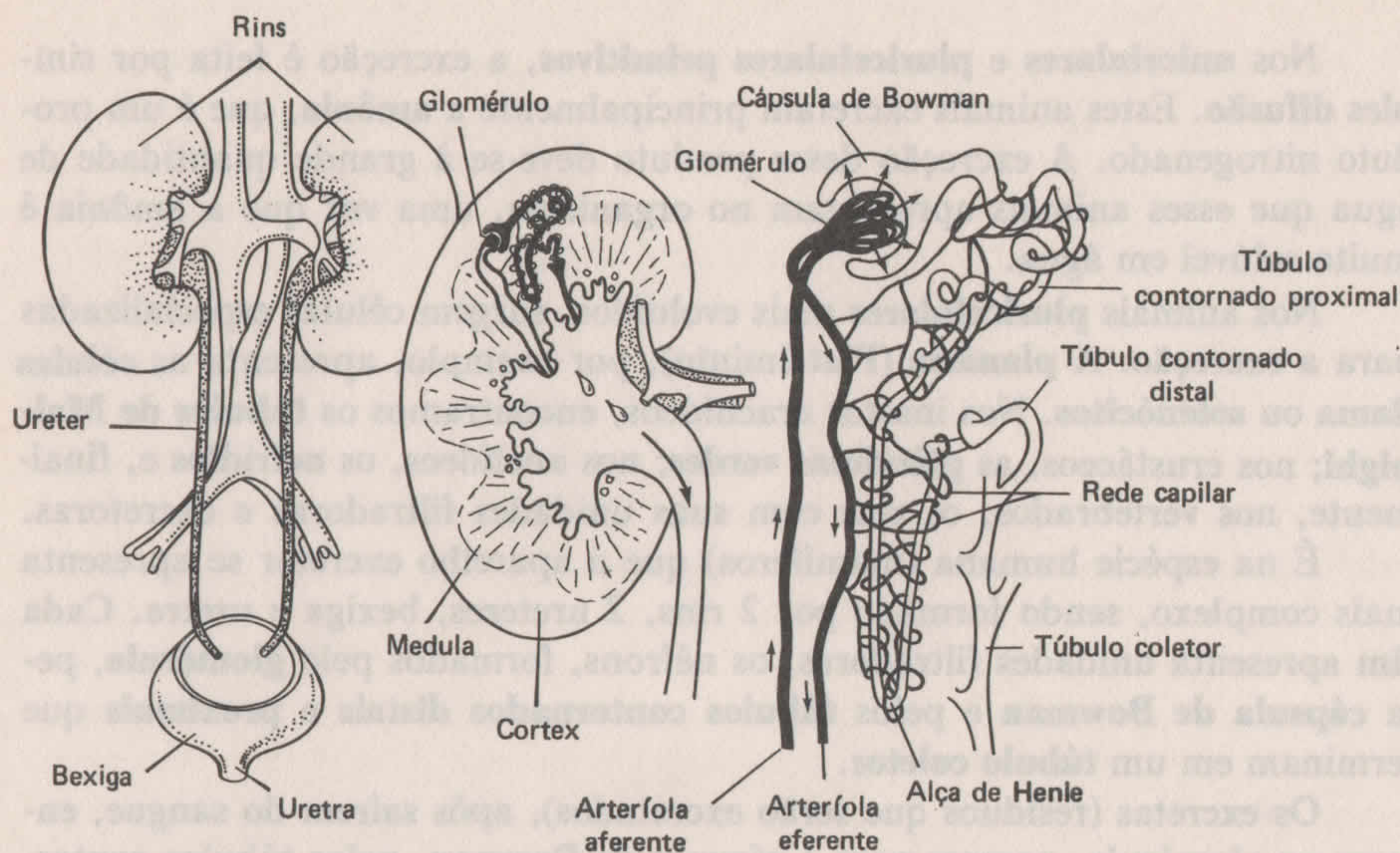


Fig. 7.48 — Aparelho excretor da espécie humana, mostrando um néfron com detalhes.

Nota: vimos que os animais unicelulares e alguns pluricelulares primitivos excretam como principal produto nitrogenado a **amônia**. Já outros animais, como os insetos, aves e répteis, por apresentarem menos água no organismo, eliminam como principal produto nitrogenado o **ácido úrico** por ser pouco solúvel em água. Mamíferos, anfíbios, peixes, anelídeos etc. eliminam **uréia** como principal produto nitrogenado, sendo esta mais solúvel em água que o ácido úrico e menos solúvel que a amônia.

Mecanismo da filtração

O mecanismo da filtração é bastante complexo. Basicamente, o sangue penetra nos rins sob grande pressão através das artérias renais que se ramificam e chega até **glomérulos**, onde ocorre a passagem, por difusão, de fluido do interior do glomérulo para dentro da cápsula de **Bowman**. Este líquido será reabsorvido em grande parte ao longo dos **túbulos contornados** e da **alça de Henle**, voltando para o sangue, desta forma, toda a glicose, aminoácidos, água e quase todos os sais minerais. O filtrado restante é formado principalmente por água, uréia e sais minerais, constituindo a urina. É importante observar que, ao nível do glomérulo, não há passagem de proteínas; estas, conseqüentemente, não serão eliminadas na urina.

Portanto, o sistema excretor desempenha importante papel no organismo, eliminando os resíduos de substâncias tóxicas ou em excesso do mesmo, mantendo um equilíbrio dinâmico de substâncias a serem excretadas ou não do organismo. Tal equilíbrio denomina-se **homeostase**.

6. Coordenação nervosa

O sistema nervoso é o coordenador de todas as atividades orgânicas, integrando sensações e idéias, conjugando fenômenos de consciência e adaptando o organismo às condições do momento.

Está ausente em **animais unicelulares** e em alguns **pluricelulares primitivos** que apenas apresentam um mecanismo de irritabilidade devido às neurofibrilas (pequenas fibras com função de coordenação). Nos **Celenterados**, apresenta-se sob a forma de um **sistema nervoso difuso**, onde as células nervosas se apresentam difusamente distribuídas pelo organismo; o animal reage a qualquer estímulo de maneira global. Em animais mais evoluídos, insetos, anelídeos, crustáceos etc., o sistema nervoso apresenta-se sob a forma de um **sistema nervoso ganglionar**, onde as células nervosas se aglomeram em gânglios, que se comunicam formando uma cadeia ventral ganglionar. Finalmente, nos vertebrados e particularmente nos mamíferos, temos o **sistema nervoso central**.

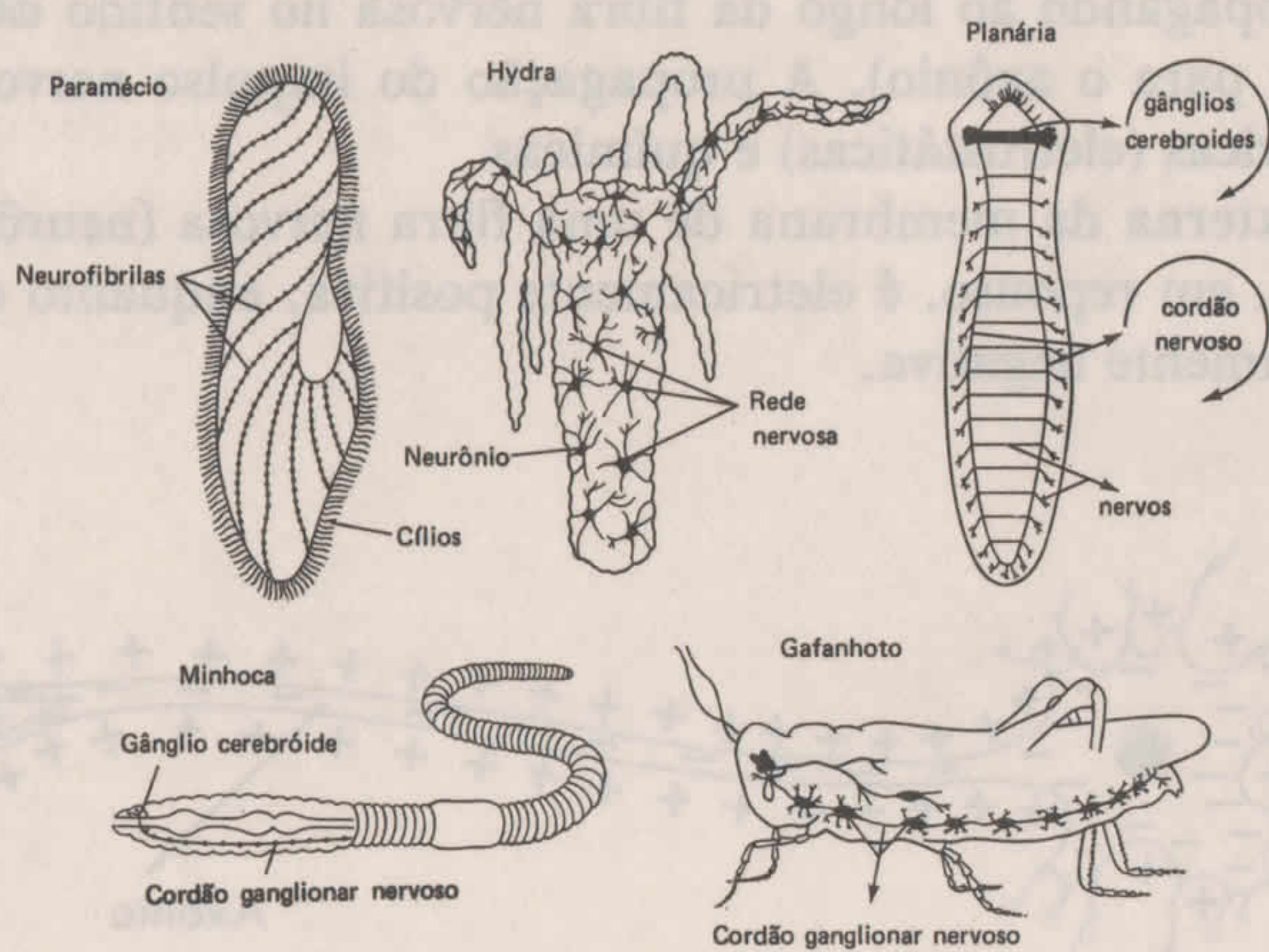


Fig. 7.49

No homem, vamos encontrar um sistema nervoso formado por células altamente diferenciadas em **excitabilidade, irritabilidade e condutibilidade**, os **neurônios**.

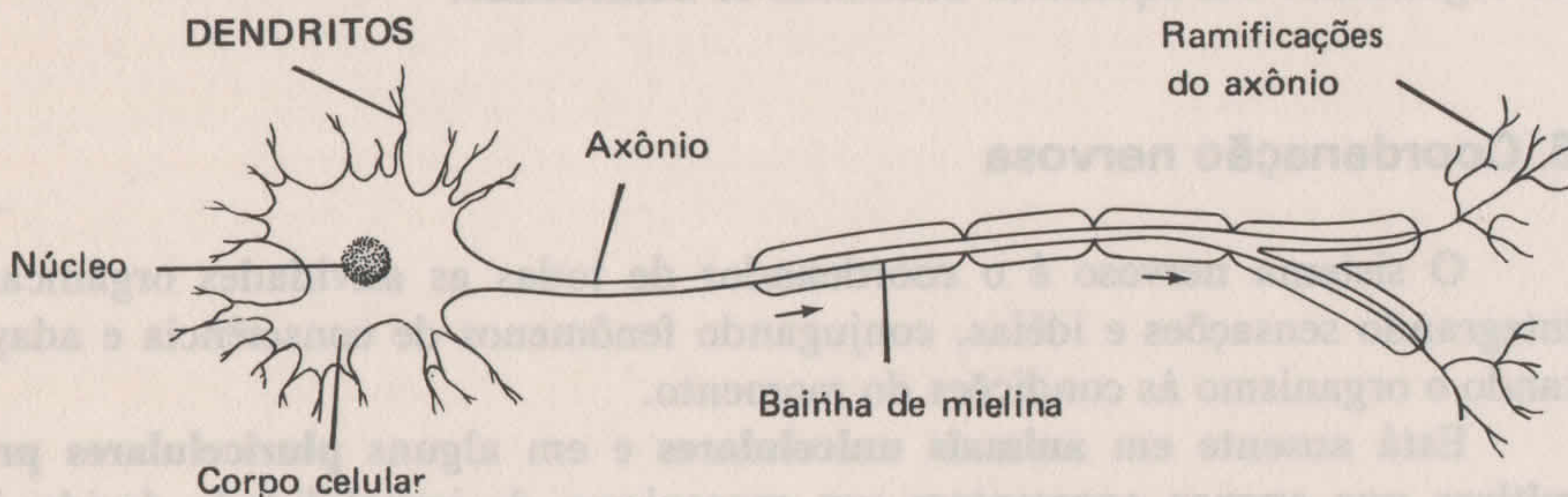


Fig. 7.50 — Neurônio

Os neurônios apresentam as seguintes partes:

dendritos, ramificações que se destinam a receber os estímulos e conduzi-los, sob a forma de impulso nervoso, ao corpo celular;

corpo celular, maior porção do neurônio onde encontramos o núcleo e de onde partem as ramificações;

axônio, ramificação do corpo celular, única e geralmente longa. Os nervos são formados pelo conjunto de axônios.

Os neurônios apresentam-se dispostos de tal forma que as terminações de um **axônio** ficam muito próximas aos **dendritos** de outro neurônio, ao que se denomina **sinapse**.

Impulso nervoso: corresponde a uma série de modificações elétricas e químicas que vão se propagando ao longo da fibra nervosa no sentido **dendro-axônico** (dos dendritos para o axônio). A propagação do impulso nervoso se faz por alterações elétricas (eletrostáticas) e químicas.

A face externa da membrana de uma fibra nervosa (neurônio) não estimulada, isto é, em repouso, é eletricamente positiva, enquanto que a face interna é eletricamente negativa.

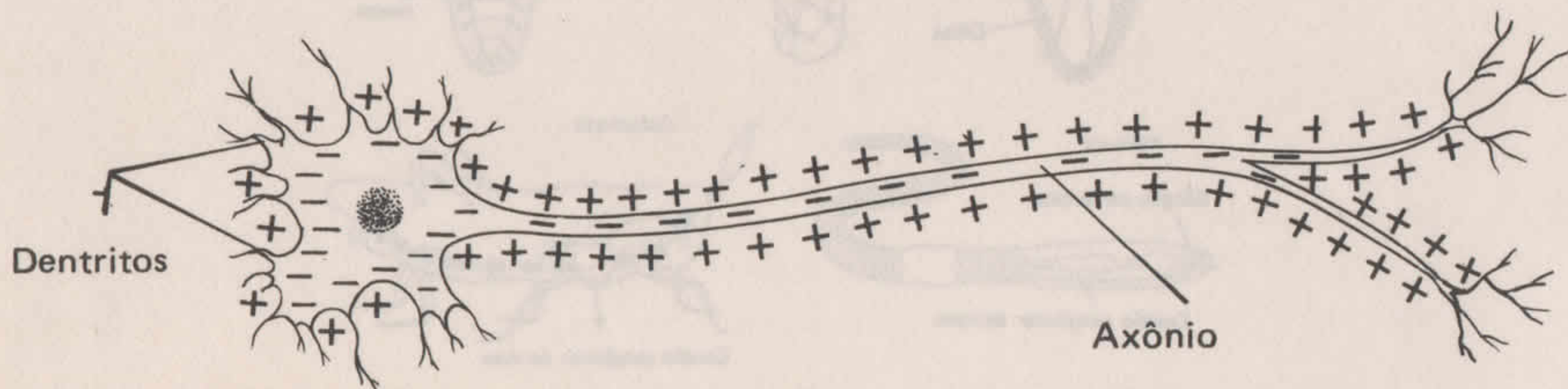


Fig. 7.51 — Neurônio não estimulado.

Como externamente a membrana é positiva e internamente negativa, dizemos que se apresenta **polarizada**.

Quando os dendritos são estimulados devido em parte a alterações da permeabilidade da membrana, sucedem-se alterações elétricas que indicam o início da condução do estímulo. Ocorre, deste modo, uma inversão das cargas no local estimulado, causando o próprio estímulo alteração semelhante na região imediatamente após àquela estimulada e assim sucessivamente ao longo de toda a fibra. Desta forma, o impulso nervoso propaga-se como uma onda de **impulsos elétricos**.

À medida que o impulso vai se propagando ao longo da fibra, ocorre uma despolarização (inversão das cargas) (vide figura); porém, imediatamente após a despolarização, a fibra volta a se **polarizar** (estado inicial), ficando pronta para receber novos estímulos.

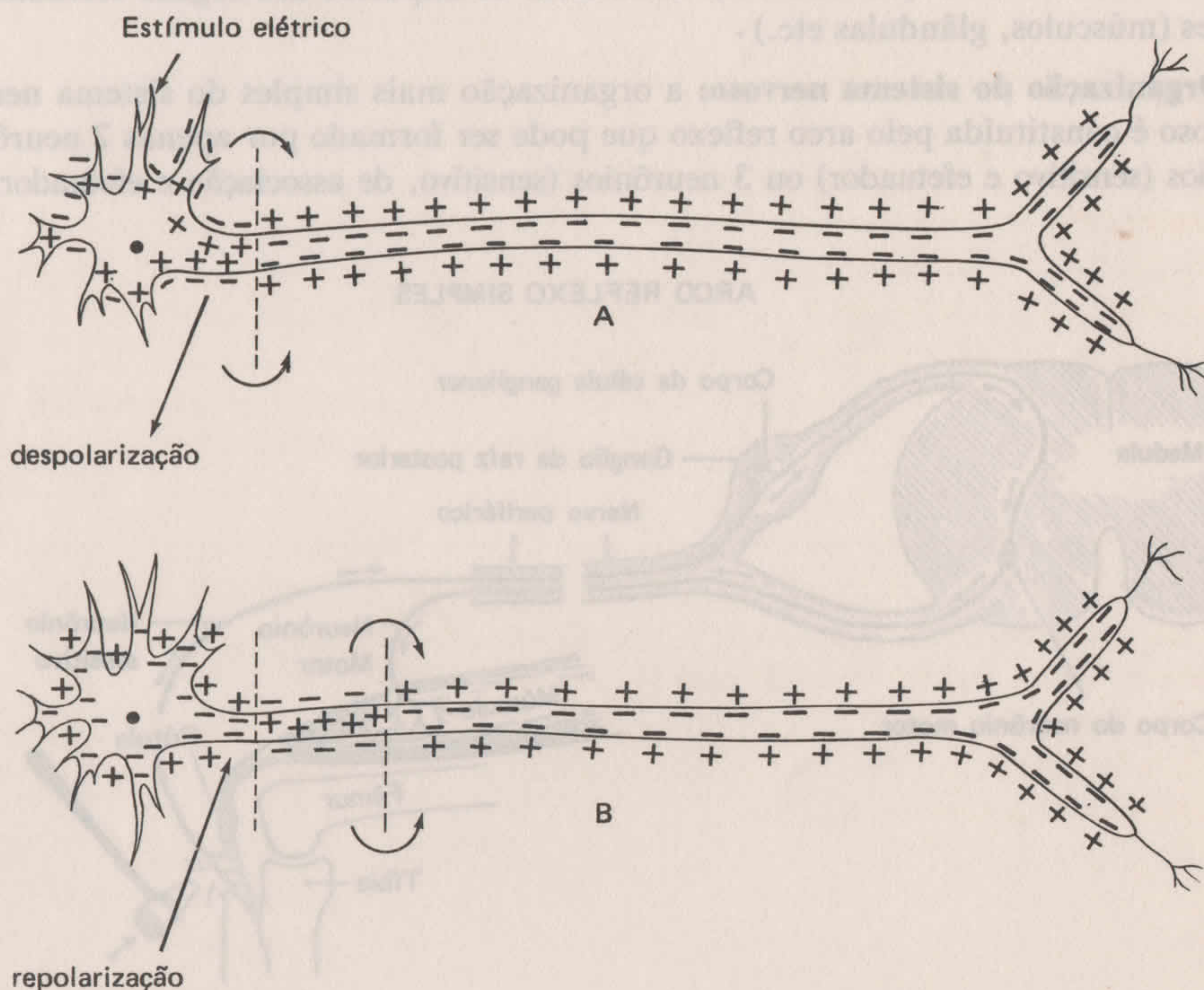


Fig. 7.52 — Impulso nervoso.

Tal condução elétrica ocorre somente ao longo da fibra nervosa. Nas regiões das sinapses, como não há continuidade entre os neurônios, o impulso será transmitido de uma fibra à outra devido à ação de substâncias químicas liberadas pelas terminações dos axônios. Estas substâncias, denominadas **me-**

diadores químicos, são responsáveis pela condução química do impulso nervoso. As substâncias que agem ao nível das **sinapses** são **adrenalina**, **acetilcolina** e **noradrenalina**, denominadas neuro-hormônios.

Assim, o impulso nervoso recebido pelos dendritos percorre a fibra nervosa, atinge as terminações do axônio e promove a liberação de neuro-hormônio que se difunde no pequeno espaço entre uma célula nervosa e outra célula. Esta última pode ser uma célula nervosa, glandular ou muscular.

Tipos de neurônios: existem pelo menos 3 tipos de neurônios:

neurônios sensitivos: recebem os estímulos e os conduzem até a **medula**;

neurônios de associação: fazem sinapses com o neurônio sensitivo e os efetutores (motores);

neurônios motores (efetutores): conduzem os impulsos aos órgãos efetutores (músculos, glândulas etc.).

Organização do sistema nervoso: a organização mais simples do sistema nervoso é constituída pelo arco reflexo que pode ser formado por apenas 2 neurônios (sensitivo e efetuator) ou 3 neurônios (sensitivo, de associação e efetuator).

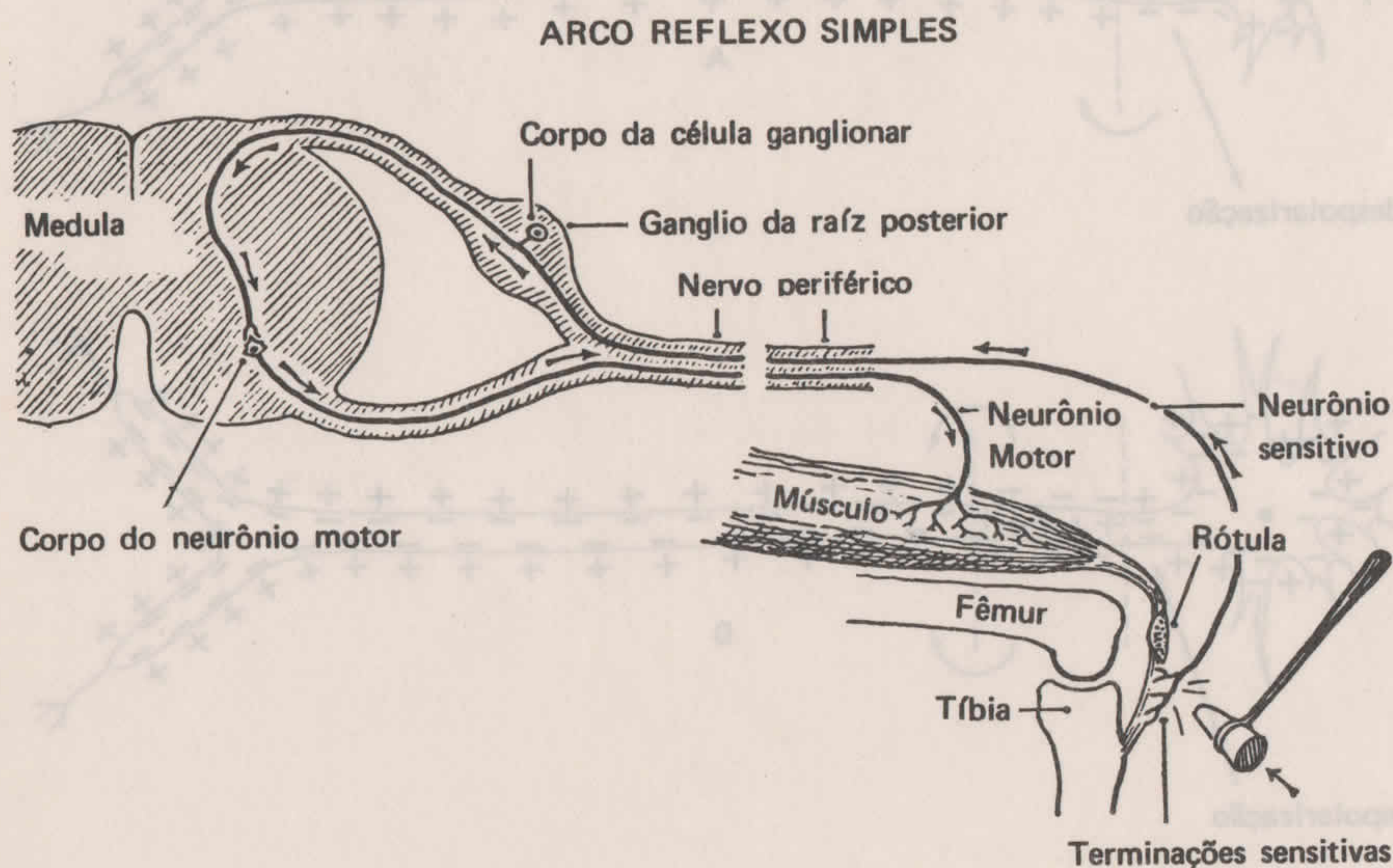


Fig. 7.53 — Arco reflexo simples

Sistema nervoso autônomo: é responsável pela coordenação das glândulas, principalmente. Apresenta-se subdividido em sistema nervoso simpático e sistema nervoso parassimpático. Estes dois apresentam funções antagônicas.

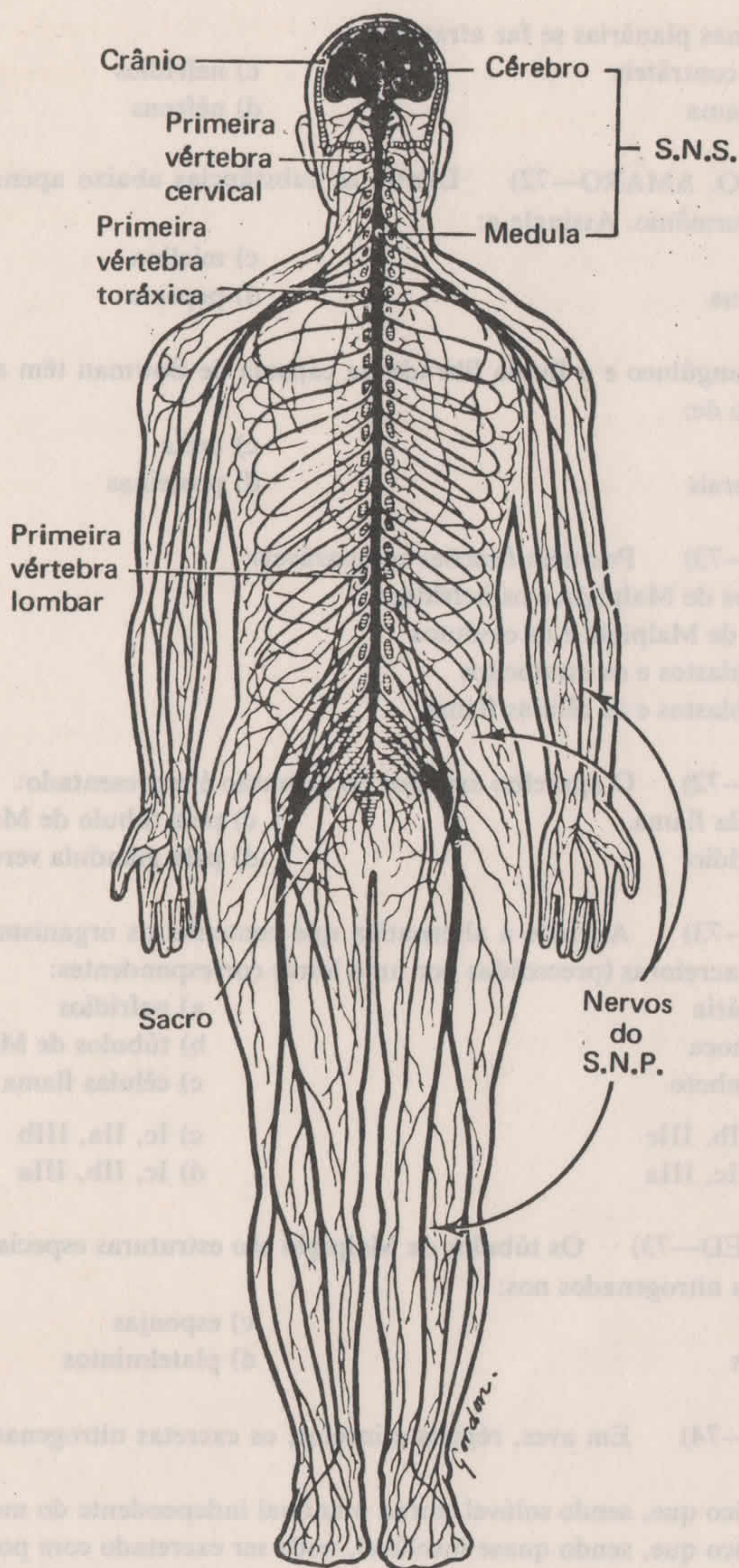


Fig. 7.54 — Sistema nervoso humano.

TESTES

336. Num envenenamento acidental, as substâncias tóxicas podem ser eliminadas pelos rins por um processo de:
- | | |
|----------------|---------------|
| a) assimilação | c) reabsorção |
| d) filtração | d) osmose |

337. A excreção nas planárias se faz através de:
 a) vacúolos contráteis
 b) células flama
 c) nefrídios
 d) néfrons
338. (MED—STO. AMARO—72) Dentre as substâncias abaixo apenas uma é considerada um neuro-hormônio. Assinale-a:
 a) insulina
 b) acetilcolina
 c) mielina
 d) pepsina
339. O plasma sanguíneo e o fluido filtrado na cápsula de Bowman têm a mesma composição, com exceção de:
 a) glicose
 b) sais minerais
 c) uréia
 d) proteínas
340. (PUC—SP—73) Possuem funções comparáveis:
 a) os túbulos de Malpighi e os nefrídeos
 b) os tubos de Malpighi e os ovidutos
 c) os cnidoblastos e os estatócitos
 d) os cnidoblastos e as células flama
341. (PUC—SP—72) O aparelho excretor do camarão é representado:
 a) pela célula flama
 b) pelo nefrídio
 c) pelo túbulo de Malpighi
 d) pela glândula verde
342. (CESCEM—73) Assinale a alternativa que contenha os organismos (de I a III) e suas estruturas excretoras (precedidas por uma letra) correspondentes:
 I — planária
 II — minhoca
 III — gafanhoto
 a) Ia, IIb, IIIc
 b) Ib, IIc, IIIa
 c) nefrídios
 d) túbulos de Malpighi
 e) células flama
 f) Ic, IIa, IIIb
 g) Ic, IIb, IIIa
343. (COMBIMED—73) Os túbulos de Malpighi são estruturas especializadas na eliminação dos excretas nitrogenados nos:
 a) insetos
 b) anelídeos
 c) esponjas
 d) platelmintos
344. (CESCEM—74) Em aves, répteis e insetos, os excretas nitrogenados são eliminados na forma de:
 a) ácido úrico que, sendo solúvel, torna o animal independente do meio aquático
 b) ácido úrico que, sendo quase insolúvel, pode ser excretado com pouca perda de água
 c) uréia que, sendo solúvel, se difunde no sangue e é facilmente eliminada pelos rins
 d) amônia que, sendo altamente solúvel, torna o animal independente do meio aquático
345. (CESCEM—74) Alguns peixes marinhos não têm glomérulo nos túbulos renais. Em consequência:
 a) há obrigatoriamente grande perda de água na excreção
 b) a amônia passa diretamente das células para o sangue
 c) não há filtração do sangue ao nível das cápsulas de Bowman
 d) não há reabsorção de material no sistema excretor

346. (CESCEM-74) Homeostase significa:

- a) meio interno
- b) meio ambiente

- c) equilíbrio dinâmico
- d) equilíbrio estático

347. Associe o tipo de resíduo nitrogenado com as quantidades de água de que dispõe um organismo.

- I () amônia
- II () uréia
- III () ácido úrico

- a) organismos que dispõem de pouca água
- b) organismos que dispõem de muita água
- c) organismos que dispõem de quantidades intermediárias de água

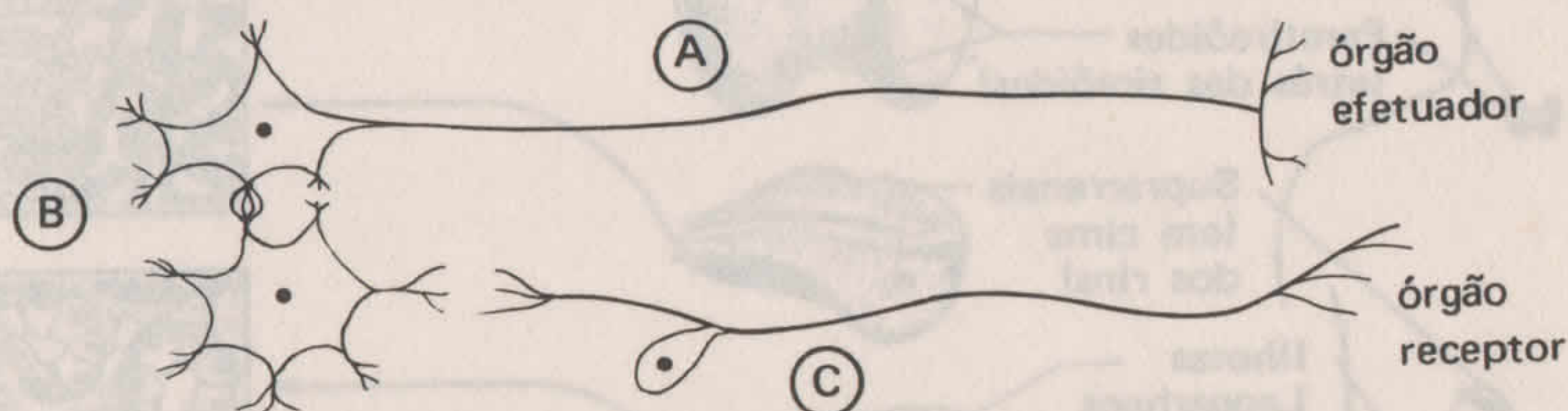
- a) Ia, IIb, IIIc
- b) Ia, IIc, IIIb

- c) Ib, IIc, IIIa
- d) Ib, IIa, IIIc

348. (CESCEM—74) No esquema abaixo, A, B e C são, respectivamente, neurônios:

- a) sensorial, motor e associativo
- b) sensorial, associativo e motor

- c) motor, sensorial e associativo
- d) motor, associativo e sensorial



349. (PUC—SP—73) A condução do estímulo nervoso nos neurônios sensorial e motor se dá:

- a) do dentrito para o corpo celular e deste para o axônio no sensorial, e o inverso no motor
- b) do dentrito para o corpo celular e deste para o axônio tanto no neurônio sensorial como no motor
- c) do axônio para o corpo celular e deste para o dentrito no sensorial, e o inverso no motor
- d) do axônio para o corpo celular e deste para o dentrito tanto no sensorial como no motor

350. (Santa Casa—SP—74) Assinale a alterantiva incorreta:

- a) Sinapses são conexões funcionais estabelecidas pelos neurônios com outros neurônios e com efetores.
- b) A sinapse funciona como uma válvula permitindo a transmissão do impulso nervoso num sentido apenas.
- c) Nas sinapses, o impulso nervoso é transmitido de uma célula à outra graças à liberação local de mediadores químicos.
- d) O mediador químico liberado pela membrana celular na região da sinapse permitirá que o impulso caminhe em direção ao corpo celular da célula que formou o citado mediador.

351. (CESCEM—72) Acredita-se que a transmissão do impulso nervoso através da sinapse se deva:

- a) à ação de um neuro-hormônio libertado pelas terminações do axônio
- b) à continuidade das terminações nervosas dos neurônios
- c) à condução direta do impulso que percorre o neurônio
- d) a um abaixamento do limiar de excitação com a chegada do impulso na sinapse

7. Coordenação hormonal

O sistema hormonal apresenta-se formado por células, tecidos ou glândulas especiais capazes de produzir certas substâncias e eliminá-las diretamente na corrente sanguínea. Tais substâncias são denominadas **hormônios** e as glândulas que as produzem, **glândulas endócrinas**.

Os hormônios são produzidos em determinados locais específicos, podendo manifestar seu efeito em órgãos distantes do local da produção (hormônios gerais). Outros, como os neuro-hormônios, agem no próprio local da produção (hormônios locais).

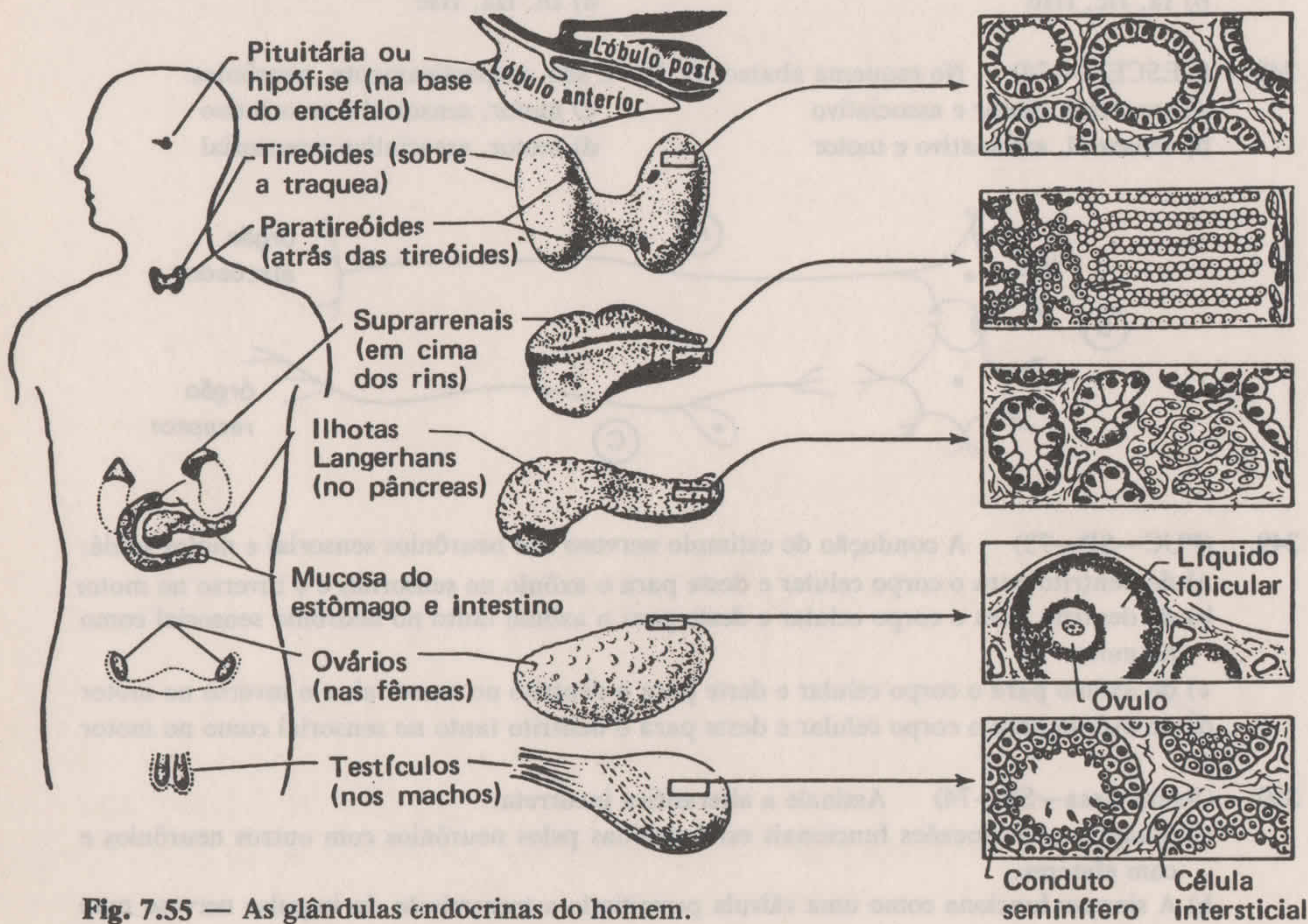


Fig. 7.55 — As glândulas endócrinas do homem.

Mecanismo de produção: várias glândulas regulam a quantidade de hormônio de acordo com suas concentrações no sangue, aumentando a produção quando a quantidade for baixa ou diminuindo-a quando essa quantidade tiver aumentado. Tal mecanismo de “autocontrole” entre as glândulas é denominado **feed-back** ou **retroalimentação**.

Controle da secreção hormonal da tireóide: a hipófise produz o **hormônio estimulante da tireóide** ou **hormônio tireotrófico** (TSH) que chega à **glândula tireóide** através do sangue. Na tireóide, o TSH vai estimular a produção de pelo menos dois hormônios, a tiroxina e a triiodotironina.

Com o aumento da quantidade dos hormônios da tireóide no sangue, teremos por parte deste um efeito inibidor sobre a hipófise que diminui a sua produção de TSH.

Diminuindo a liberação de TSH pela hipófise, diminuirá conseqüentemente, o estímulo à tireóide, o que acarretará diminuição na produção de tiroxina e triiodotironina.

A diminuição dos hormônios da tireóide, por sua vez, permite o funcionamento da hipófise, mantendo, assim, o sistema regulado. Este tipo de regulação hormonal, onde a taxa do produto de uma glândula inibe a produção de mais produto, é chamado **feed-back negativo** ou **inibição pelo produto**. Quando, entretanto, a taxa do produto de uma glândula estimular ainda mais a produção de mais produto, fala-se em **feed-back positivo**.

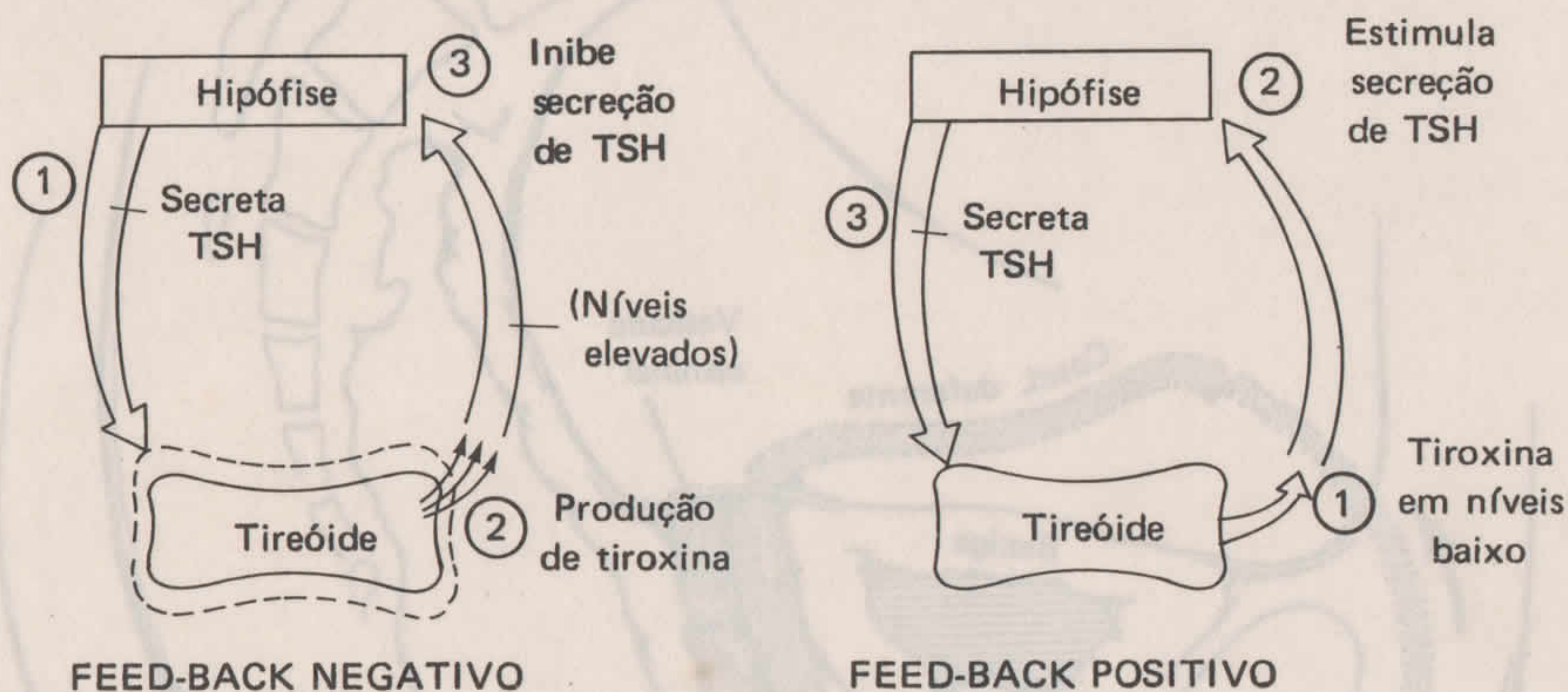


Fig. 7.56

Os hormônios da tireóide atuam praticamente em todos os processos celulares. A **tiroxina** e a **triiodotironina**, em grandes quantidades, determinam processos celulares mais rápidos; se a produção for muito baixa, as atividades celulares tornam-se mais lentas.

A tireóide pode formar o **bócio**, isto é, aumento de seu volume em conseqüência da alteração de suas funções. A formação de hormônios da tireóide depende do iodo disponível no organismo, e uma das causas do **bócio** pode ser a deficiência de iodo na alimentação.

8. Sistema reprodutor

No capítulo 3, vimos diversos tipos de reprodução dos seres vivos. Faremos referência agora à reprodução sexuada nos mamíferos, particularmente na espécie humana.

Aparelho reprodutor masculino

O aparelho reprodutor masculino apresenta-se formado por: testículos localizados na bolsa escrotal, epidídimo, canal deferente, vesículas seminais, próstata e uretra.

Os espermatozóides (gametas masculinos) são formados nos testículos, no interior dos túbulos seminíferos; passam para o epidídimo, onde ficam retidos até a ejaculação, passando então pelo canal deferente, onde recebem um líquido produzido pelas vesículas seminais e próstata, o sêmen, cuja função é condução, nutrição e proteção dos espermatozóides; são eliminados pela uretra.

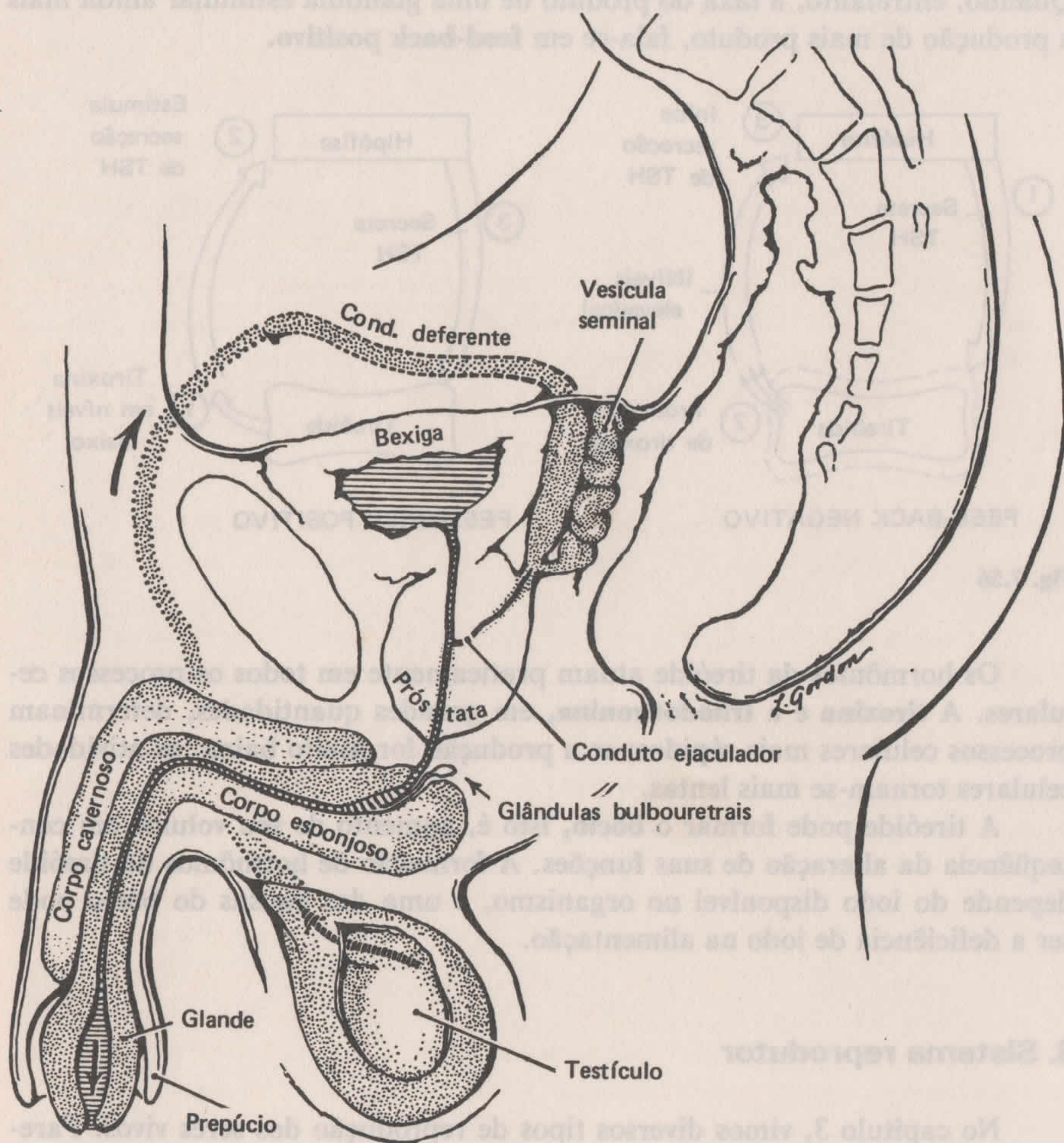


Fig. 7.57 — Esquema com as partes principais do aparelho reprodutor masculino.

Nos testículos, entre os túbulos seminíferos, existem células especiais que produzem hormônio masculino, a **testosterona**. Estas células são denominadas **células de Leydig**.

Aparelho reprodutor feminino

O aparelho reprodutor feminino apresenta-se formado por ovários, trompas de Falópio, útero, vagina e vulva.

O óvulo é produzido no ovário e, quando liberado, é captado pelo oviduto (trompa), onde, graças aos movimentos de contrações musculares e batimentos ciliares, é levado em direção ao útero. É no interior da trompa que ocorre a fecundação ou fertilização. Para que isso ocorra, é preciso que nos dias próximos à liberação do óvulo tenha ocorrido contato sexual. Os espermatozóides lançados na vagina locomovem-se pelo útero, chegando às trompas, onde eventualmente alcançam o óvulo, sendo que um deles o fecunda. O óvulo assim fecundado passa a constituir o **ovo** ou **zigoto** que continua percorrendo a trompa até alcançar o útero, onde irá **nidificar** (fixar-se no endométrio). A fecundação geralmente ocorre na extremidade da trompa, demorando o zigoto mais ou menos 7 dias até alcançar o útero. Durante esse tempo, ocorrem as primeiras divisões celulares, dando início à formação do **embrião**.

Caso não ocorra fecundação, o óvulo, em mais ou menos 24 horas, degenera-se, sendo reabsorvido; o endométrio, por sua vez, que havia sido preparado para receber o zigoto, descama e é eliminado, o que constitui o material da **menstruação**.

Controle hormonal dos sistemas reprodutores: um dos mecanismos hormonais mais interessantes e complexos corresponde à interação hormonal no **ciclo menstrual**.

Ciclo menstrual é o intervalo de tempo entre o primeiro dia de uma menstruação e o primeiro dia da menstruação seguinte, que normalmente é de 28 a 30 dias. A menstruação corresponde à perda sanguínea vaginal periódica e cíclica que ocorre desde a **menarca** (1ª menstruação) até a **menopausa** (época em que terminam as menstruações). No ciclo menstrual normal, o mecanismo hormonal é bastante complexo. Neste particular, é importante conhecer o papel desempenhado pelo sistema nervoso central, pelo hipotálamo, pela hipófise, pelos ovários e pelo endométrio. Também é conhecido o fato de estímulos luminosos provocarem estimulação da atividade sexual em aves e em alguns roedores, onde a luz, agindo sobre a **retina**, leva à estimulação do hipotálamo, o qual determina a liberação de substâncias que agem sobre a hipófise, levando-a a produzir as gonadotrofinas (hormônios que agem sobre as gônadas), o que determina a atividade sexual.

Na espécie humana, o processo já é bem conhecido. No sexo feminino, a **hipófise** controla a atividade reprodutora por meio de vários hormônios, as **gonadotrofinas**; por ser esta atividade cíclica, denomina-se **ciclo menstrual**.

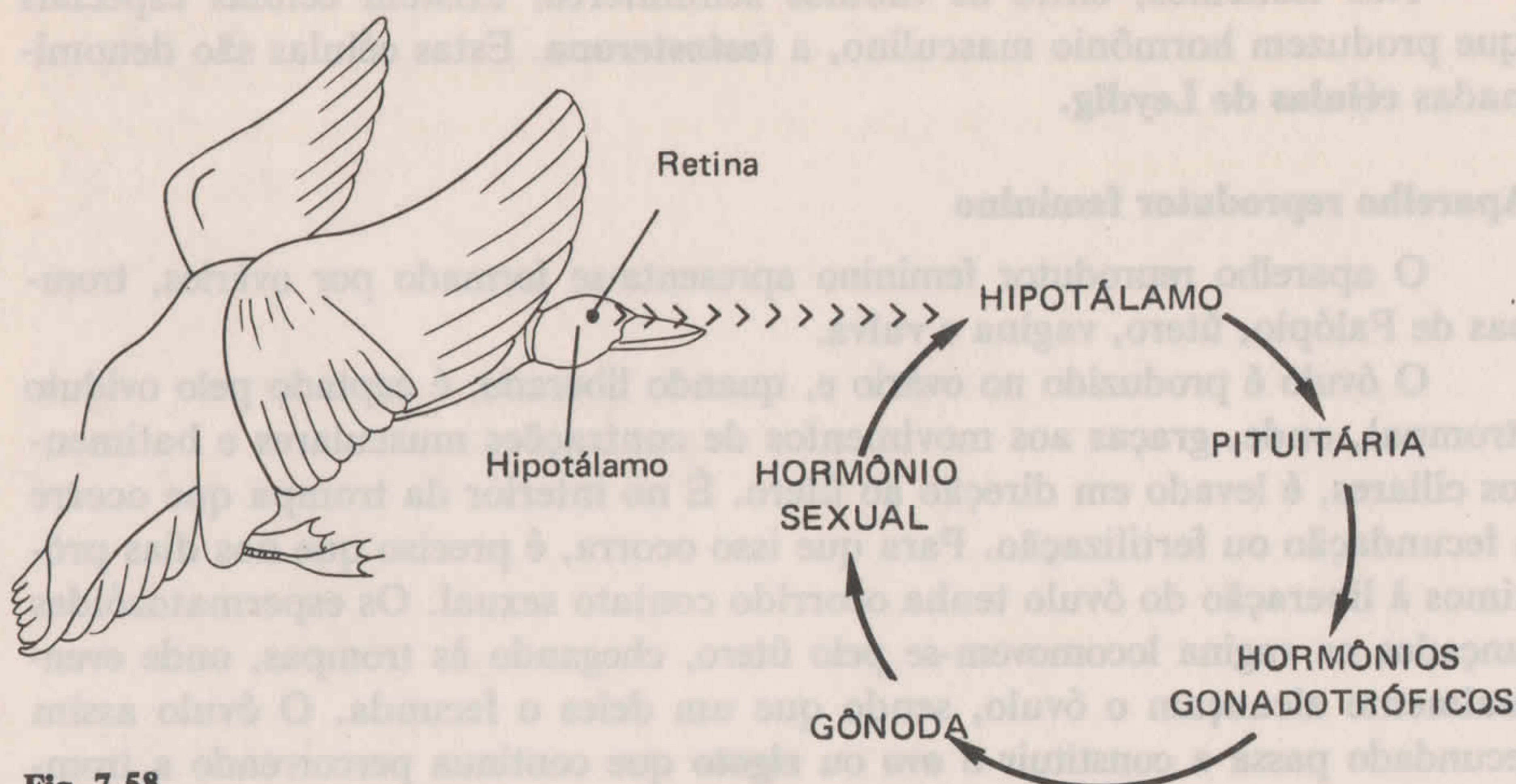


Fig. 7.58

A hipófise produz uma gonadotrofina que age sobre os ovários determinando a maturação do folículo de Graaf. Essa gonadotrofina é denominada hormônio folículo estimulante (FSH). Sob a ação de FSH, além da maturação do folículo (que contém o óvulo), há produção de **estrógenos** (hormônio feminino) que agem sobre as paredes internas do útero, o **endométrio**, estimulando a proliferação de células do endométrio. Os estrógenos agem também sobre as características sexuais secundárias do tipo feminino.

No processo de maturação, o folículo cresce até que, mais ou menos no 14º dia de maturação, ocorre sua ruptura, com liberação da célula reprodutiva feminina, o óvulo. Ocorrida a ovulação, os “restos” do folículo, sob ação de outra gonadotrofina que possa ser produzida pela hipófise, o hormônio luteinizante (LH), hipertrofiam-se e secretam um hormônio, a progesterona que também age sobre o útero, aumentando a formação de vasos no endométrio, tornando-os tortuosos. Os “restos” do folículo em desenvolvimento constituem o **corpo amarelo** ou **corpo lúteo**. Um outro hormônio hipofisário, o **luteotrófico** (LTH), também age sobre o corpo lúteo estimulando a produção de progesterona.

Tais modificações uterinas representam a preparação para a fecundação e posterior nidificação. Se houver a fecundação e a nidificação do embrião, seu desenvolvimento levará à formação da **placenta**. Esta produzirá progesterona que, por sua vez, permitirá a manutenção do endométrio até o fim da gravidez. Entretanto, se a fecundação não ocorrer, devido à diminuição das quantidades de progesterona, haverá uma descamação do endométrio, com sangramento. A eliminação dos restos de endométrio é feita pela vagina, constituindo o material da menstruação. A diminuição da quantidade de progesterona se deve a uma atrofia do corpo amarelo que se mantém somente por 10

a 12 dias. Ocorrida a fecundação, há uma hipertrofia do corpo amarelo (lúteo), devido às gonadotrofinas produzidas pelo embrião (trofoblasto) por um período maior, até que as quantidades de hormônios estrógeno e progesterona sejam mantidas pela **placenta**.

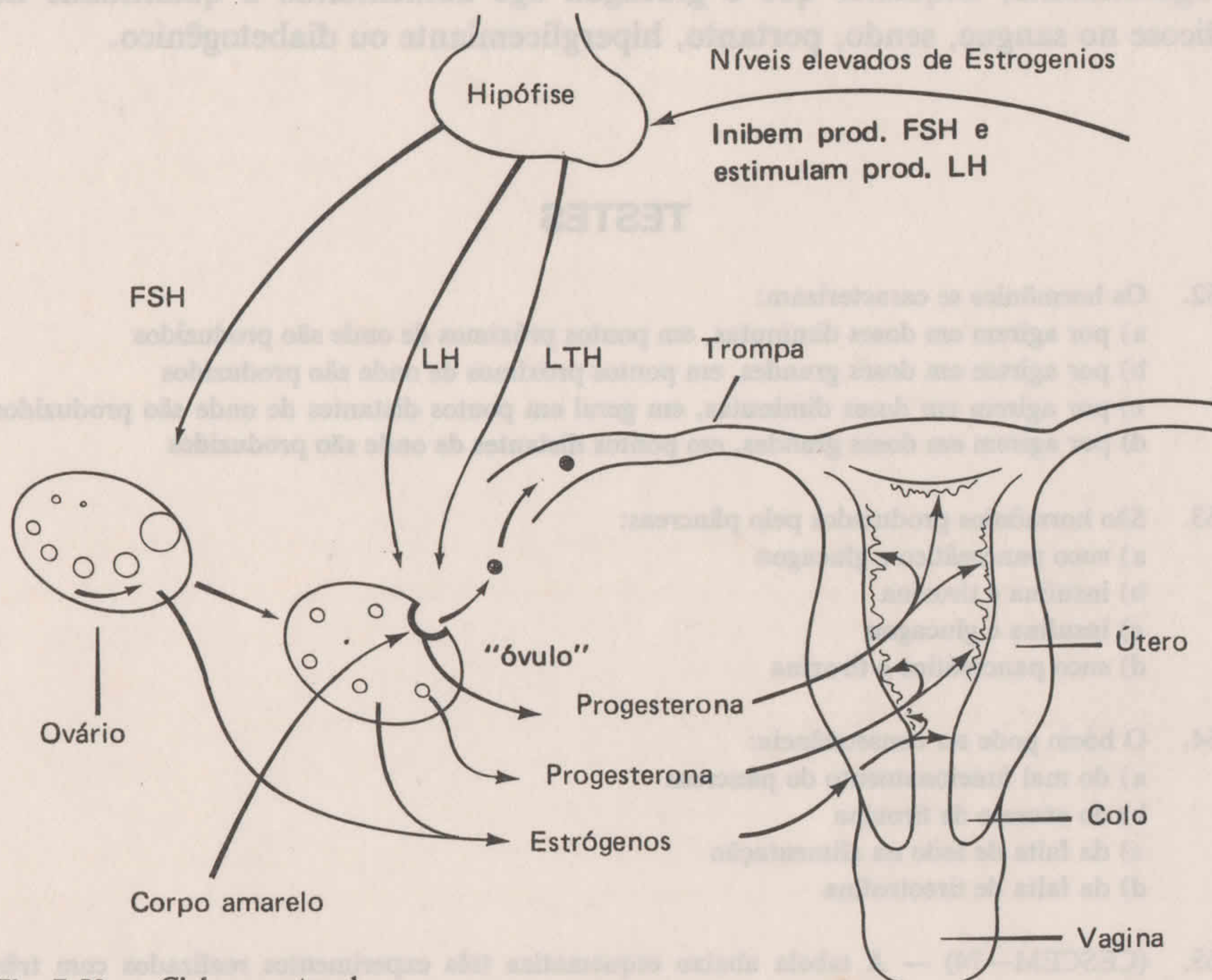


Fig. 7.59 — Ciclo menstrual.

Na realidade, a **ação hormonal** é muito complexa e envolve uma série de outros fatores que aqui omitimos por julgarmos desnecessários, correspondendo à relação entre **hipotálamo** e **hipófise** através dos fatores de liberação de FSH e LH.

Outro exemplo da interação hormonal pode ser vista no **controle da quantidade de glicose no sangue**. No controle das concentrações de glicose no sangue atuam dois hormônios produzidos pelo pâncreas, o **glucagon** e a **insulina**. A insulina estimula a passagem de glicose do sangue para as células dos diversos tecidos do corpo, provocando, com isso, uma diminuição da quantidade de glicose no sangue.

O glucagon tem ação diversa, induzindo um aumento da quantidade de glicose no sangue pela estimulação da passagem de glicose do intestino para a corrente sanguínea e da passagem de glicose do fígado, onde se apresenta armazenada sob a forma de glicogênio, para o sangue.

Uma insuficiência do pâncreas na produção de insulina determina a doença conhecida como **Diabetis melittus** que se caracteriza por um aumento da taxa de glicose no sangue e presença de glicose na urina. A insulina age, portanto, diminuindo a quantidade de glicose no sangue, sendo um hormônio hipoglicemiante, enquanto que o glucagon age aumentando a quantidade de glicose no sangue, sendo, portanto, hiperglicemiante ou diabetogênico.

TESTES

352. Os hormônios se caracterizam:
- por agirem em doses diminutas, em pontos próximos de onde são produzidos
 - por agirem em doses grandes, em pontos próximos de onde são produzidos
 - por agirem em doses diminutas, em geral em pontos distantes de onde são produzidos
 - por agirem em doses grandes, em pontos distantes de onde são produzidos
353. São hormônios produzidos pelo pâncreas:
- suco pancreático e glucagon
 - insulina e tiroxina
 - insulina e glucagon
 - suco pancreático e tiroxina
354. O bócio pode ser consequência:
- do mal funcionamento do pâncreas
 - do excesso de tiroxina
 - da falta de iodo na alimentação
 - da falta de tireotrofina
355. (CESCEM—74) — A tabela abaixo esquematiza três experimentos realizados com três lotes de ratas adultas.

EXPERIÊNCIAS	ABLAÇÃO DE	INOCULAÇÃO DE	RESULTADOS
1ª	hipófise	—	Cessou o desenvolvimento dos óvulos e não houve espessamento da parede uterina.
2ª	ovários	—	Não houve espessamento da parede uterina.
3ª	hipófise e ovários	hormônios ovarianos de outras ratas	Houve espessamento normal da parede uterina.

Esses dados permitem concluir que os hormônios:

- da hipófise agem diretamente sobre os ovários e o útero
- da hipófise agem sobre os ovários e os hormônios dos ovários agem sobre o útero
- da hipófise agem sobre o útero e este age sobre os ovários
- do útero mantêm esse órgão em atividade permanente quando a hipófise está presente

356. (CESCEM—72) — A falta de progesterona determina, como efeito imediato, a:
- menstruação
 - ausência de menstruação
 - não formação do corpo amarelo
 - falta de condições para a nidificação do ovo
357. O período de fertilidade da mulher se dá:
- logo após cessar a menstruação
 - em torno do 14º dia do ciclo menstrual
 - em torno do 28º dia do ciclo menstrual
 - em qualquer época do ciclo menstrual

BOTÂNICA

CAPÍTULO

8

A Botânica estuda:

Reino **Plantae**:

Filo Schizomycophyta — (também conhecida como **bactéria**)

Cyanophyta
Chlorophyta
Euglenophyta
Chrysophyta
Pyrrophyta
Rhodophyta
Phaeophyta

também conhecidos como **algas**

Eumycophyta — (também conhecido como **fungos**)

Filo **Bryophyta**: classes

{ — **Musci**
— **Hepaticae**
— **Anthocerotae**

Filo **Tracheophyta**:
subfilos

{ **Psilopsida**
Lycopsida
Sphenopsida

{ **Pteropsida**:
classes

{ **Filicíneas**
Gymnospermae
Angiospermae:

subclasses

{ **Monocotyledoneae**
Dicotyledoneae

Bactérias, algas e fungos, podem ser agrupados como Talofitas.

I – BACTÉRIAS (Schizomycophyta)

São seres unicelulares, procariontes, cuja célula se encontra envolvida por um material resistente chamado parede celular. Algumas bactérias possuem flagelos, o que lhes permite mobilidade.

- Quanto à forma de suas células, as bactérias podem ser classificadas em:
- a) *cocos* — células de forma esférica
 - b) *bacilos* — células em forma de bastonete
 - c) *espirilos* — células de forma espiralada
 - d) *vibrião* — células em forma de vírgula

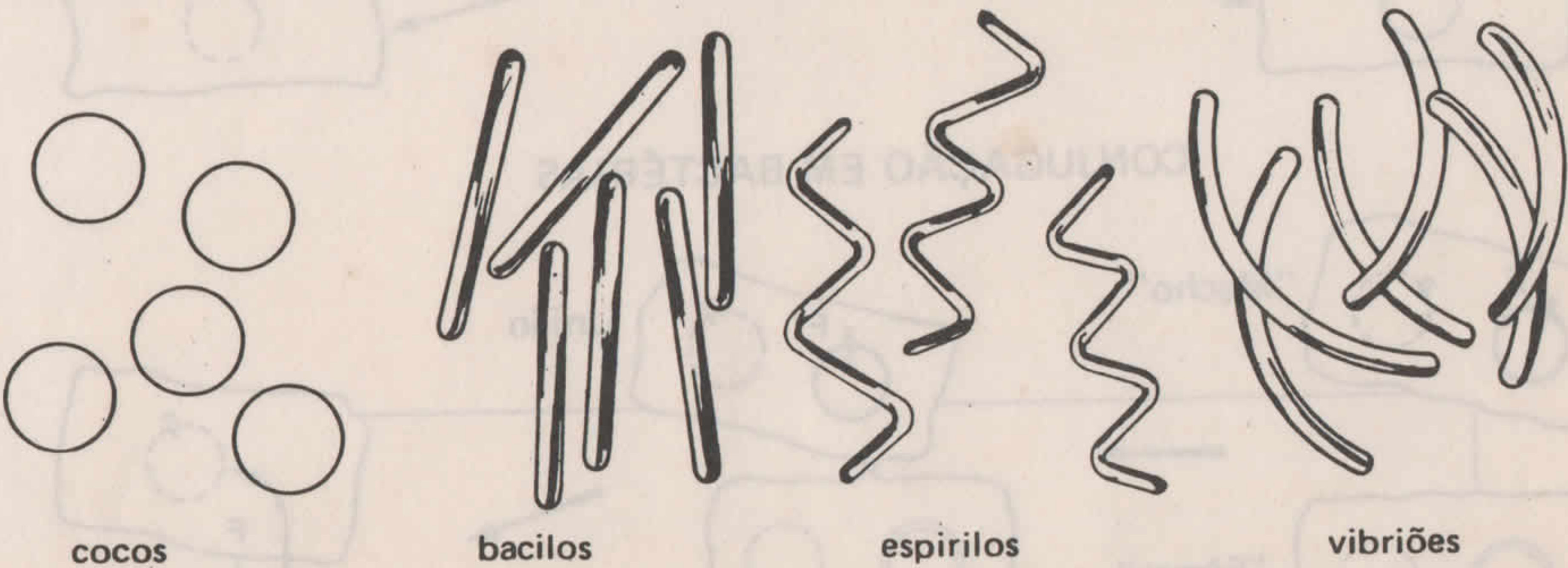


Fig. 8.1 — Bactérias

Podem reproduzir-se assexuadamente, por cissiparidade, ou sexuadamente por conjugação.

As bactérias são seres encontrados em toda parte. Denominam-se patogênicas quando causam doenças no homem, a saber:

Bactéria	Patogenia
<i>Treponema pallidum</i> _____	sífilis
<i>Mycobacterium tuberculosis</i> _____	tuberculose
<i>Clostridium tetani</i> _____	tétano
<i>Pasteurelia pestis</i> _____	peste bubônica

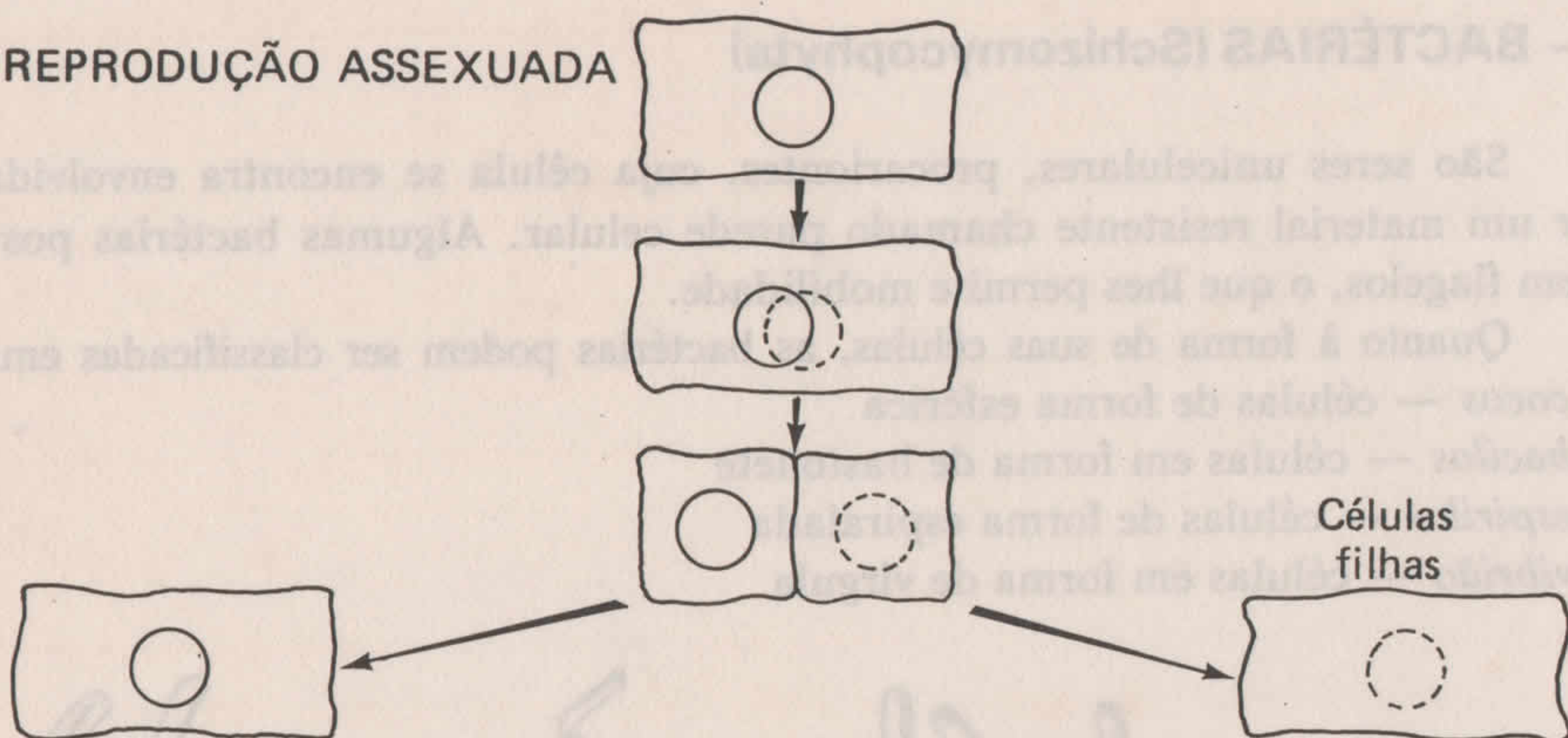
Bactérias úteis ao homem:

Lactobacilos: azedam o leite (coalhada).

Bactérias do ácido acético: azedam o vinho (vinagre).

Bactérias fixadoras de nitrogênio: fixam nitrogênio do ar atmosférico, que será utilizado na produção de compostos orgânicos nitrogenados por vegetais mais evoluídos.

REPRODUÇÃO ASSEXUADA



CONJUGAÇÃO EM BACTÉRIAS

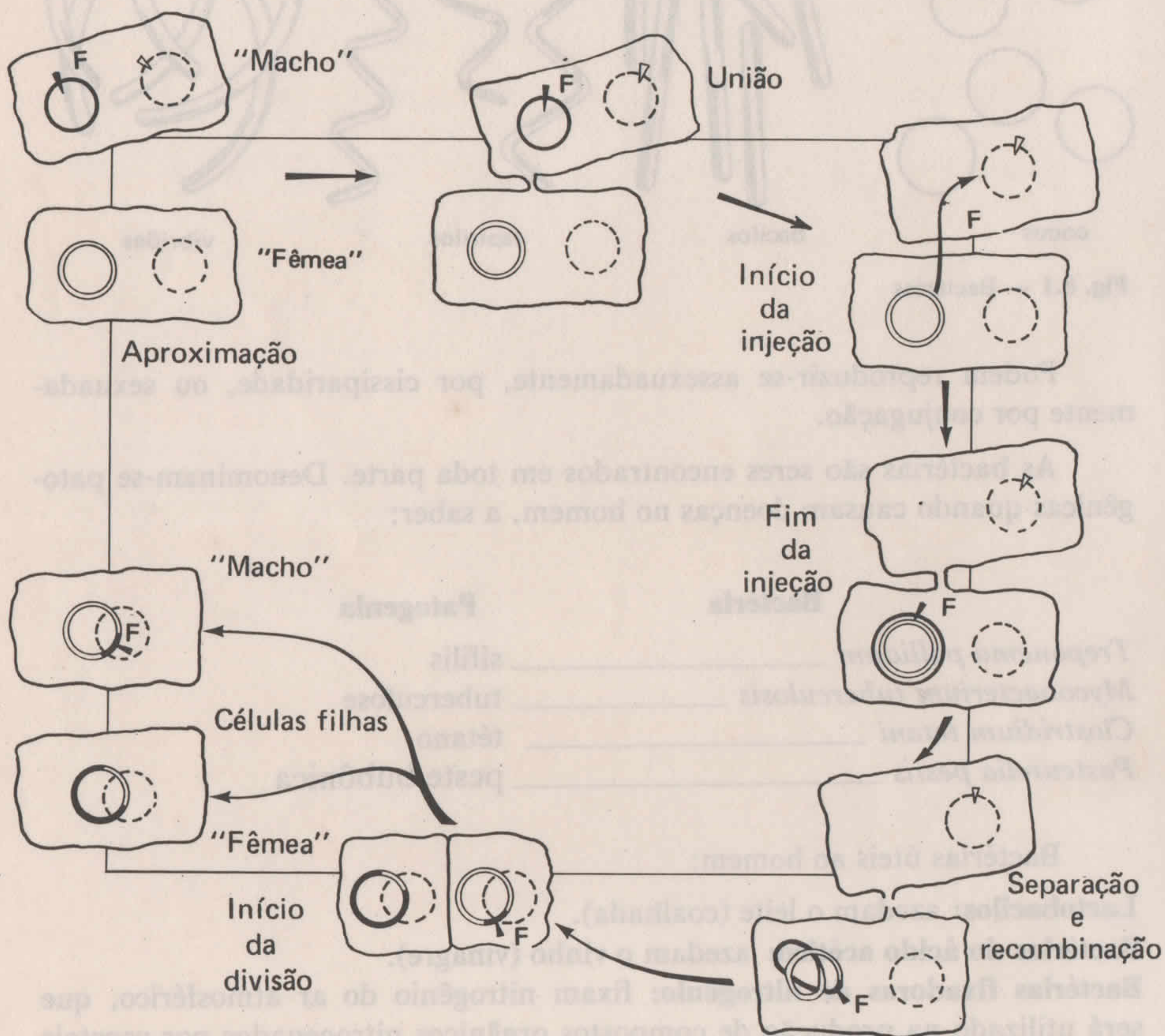


Fig. 8.2

Esporos: certas bactérias são capazes de produzir, em condições desfavoráveis, células resistentes ao calor, à dessecação e aos agentes químicos chamados esporos.

Cápsula: para se defender de um organismo, certas bactérias parasitas produzem uma cápsula que as protege.

II – ALGAS AZUIS (Cyanophyta)

Apesar de serem denominadas “azuis”, podem apresentar outras cores: vermelha, parda e verde-azulada.

São unicelulares, podendo formar vários tipos de colônias, geralmente envoltas em muco.

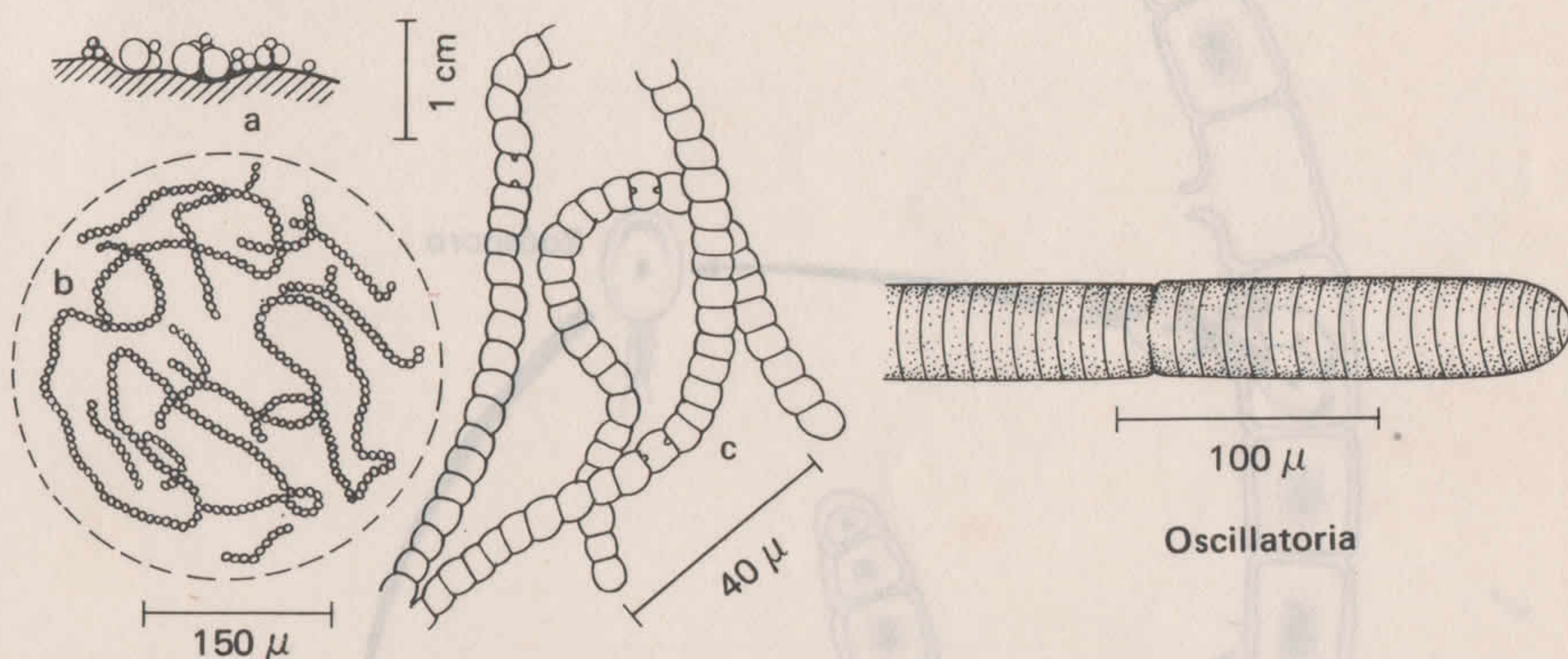


Fig. 8.3 — Nostoc. (a) Aspecto macroscópico de colônias esféricas bem desenvolvidas; (b) uma jovem colônia; (c) detalhe de alguns filamentos.

A clorofila é encontrada espalhada no citoplasma, pois este tipo de alga não possui plasto (ver cap. 2).

As algas azuis não se reproduzem sexuadamente; a reprodução assexuada pode ser feita por **hormogônio**, que é um fragmento do filamento, ou por **acinetos**, que é um tipo especial de esporo.

São encontradas em água doce, salgada e em ambiente terrestre úmido.

III – ALGAS VERDES (Chlorophyta)

Podem ser uni ou pluricelulares. Cada célula pode ter um ou vários cloroplastos, os quais são de formas características para cada gênero.

Cada cloroplasto, por sua vez, pode ter um ou mais **pirenóides** (centro sintetizador de amido).

A reprodução pode ser assexuada ou sexuada. A assexuada pode ocorrer por:

- a) fragmentação da alga filamentosa, sendo que cada fragmento dará origem a novos filamentos
- b) zoósporos, que são esporos flagelados, portanto, móveis

A reprodução sexuada pode ocorrer por:

- a) gametas flagelados nos dois sexos
- b) um gameta flagelado e outro imóvel (**Oogamia**)
- c) ambos os gametas desprovidos de flagelos

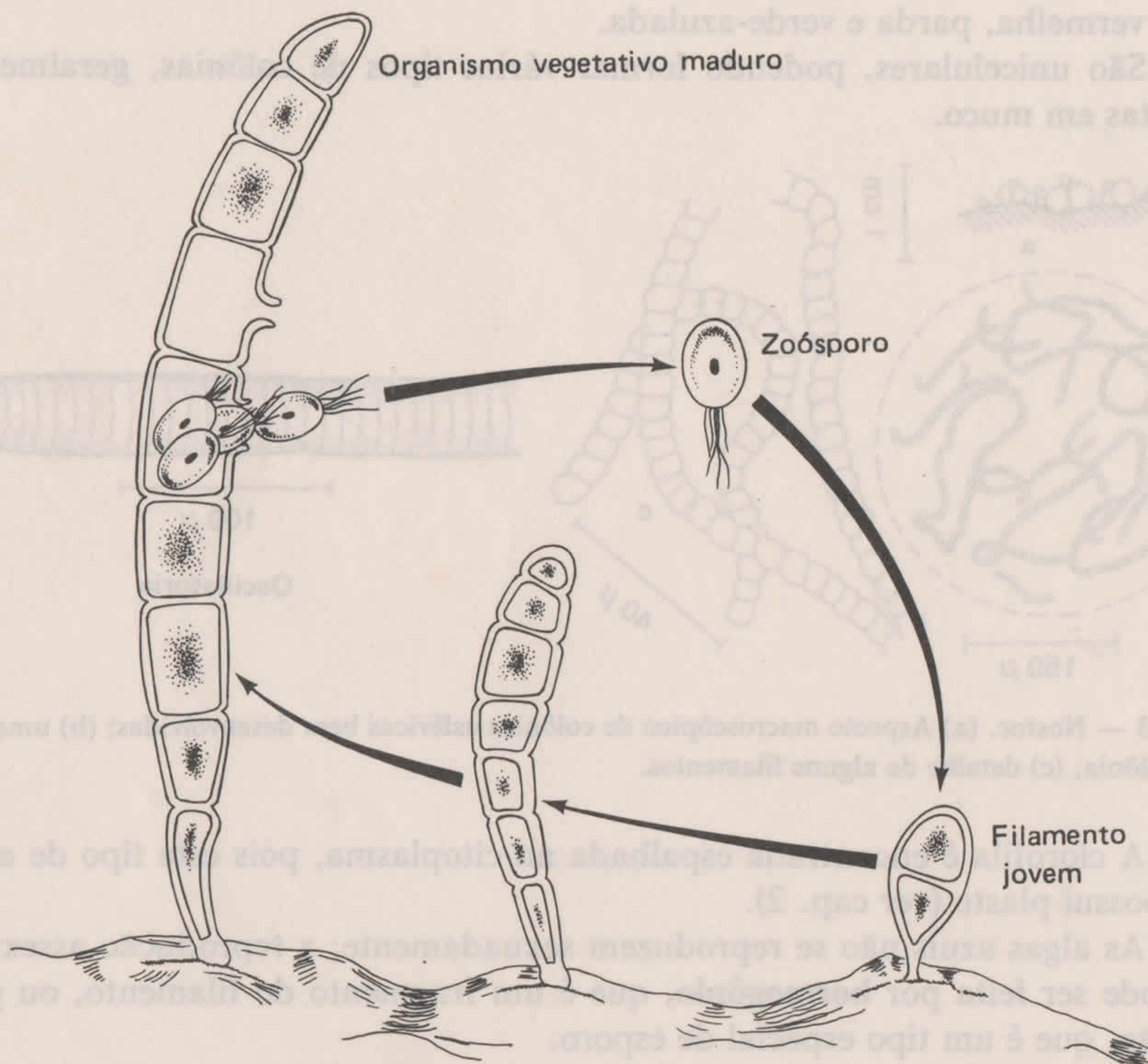


Fig. 8.4 — Reprodução assexuada em *Ulothrix*, alga verde filamentosa. Notar os esporos flagelados móveis, os zoósporos.

A grande maioria das algas verdes são haplobiontes, isto é, a meiose ocorre no zigoto.

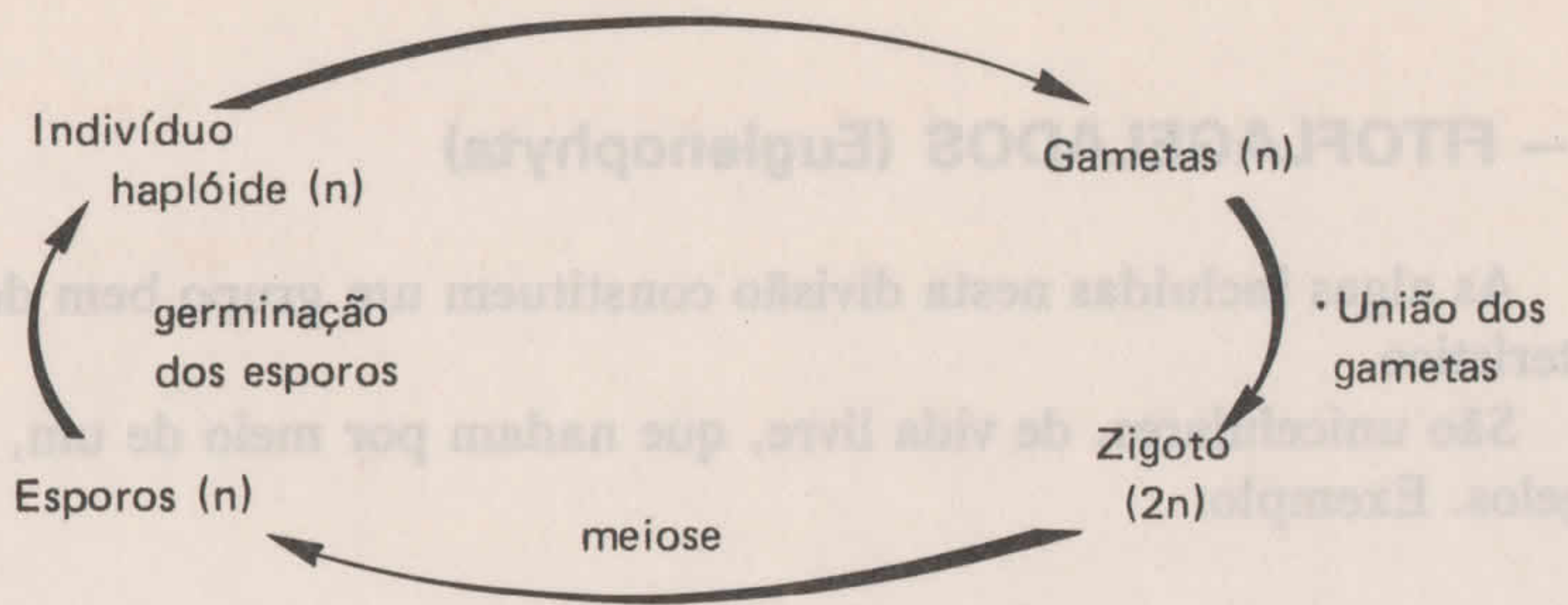


Fig. 8.5 — Meiose Zigótica

As algas verdes são encontradas em água doce, salgada e em ambiente terrestre úmido.

Tipos de algas verdes:



Fig. 8.6 — A — *Spyrogira*, alga filamentosa (aspecto microscópico); notar o cloroplasto em espiral; B — *Codium*, alga tubular e C — *Ulva*, alga folhosa, ambas em aspecto macroscópico. (extraído de Ian Tribe).

IV – FITOFLAGELADOS (Euglenophyta)

As algas incluídas nesta divisão constituem um grupo bem definido e característico.

São unicelulares, de vida livre, que nadam por meio de um, dois ou três flagelos. Exemplo:

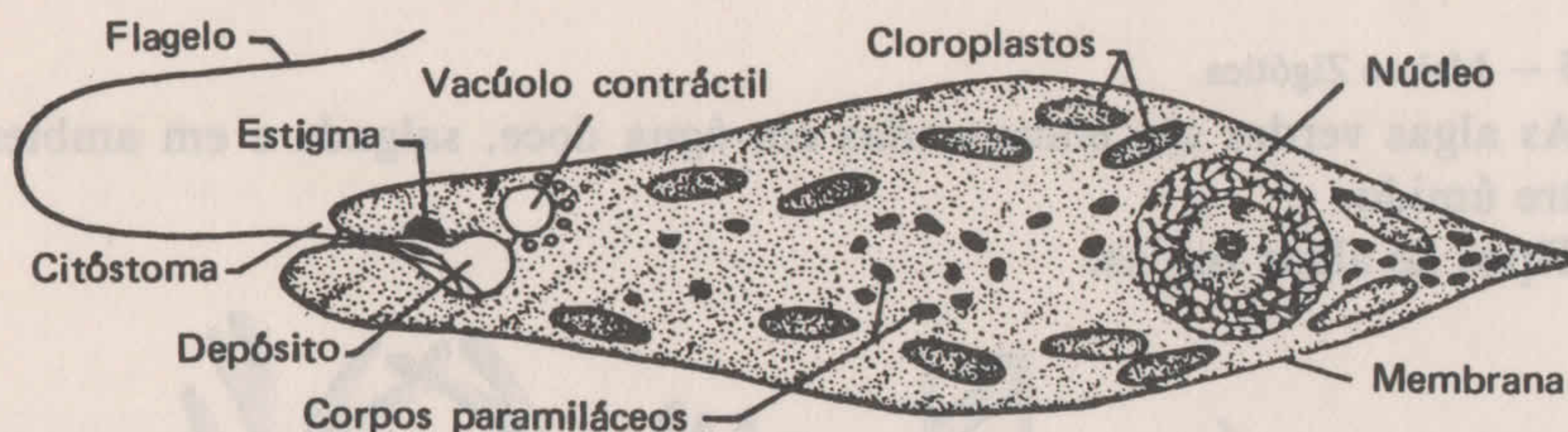


Fig. 8.7 — Estrutura de *Euglena viridis*.

Não possuem parede celular e a reprodução é assexuada, por bipartição:

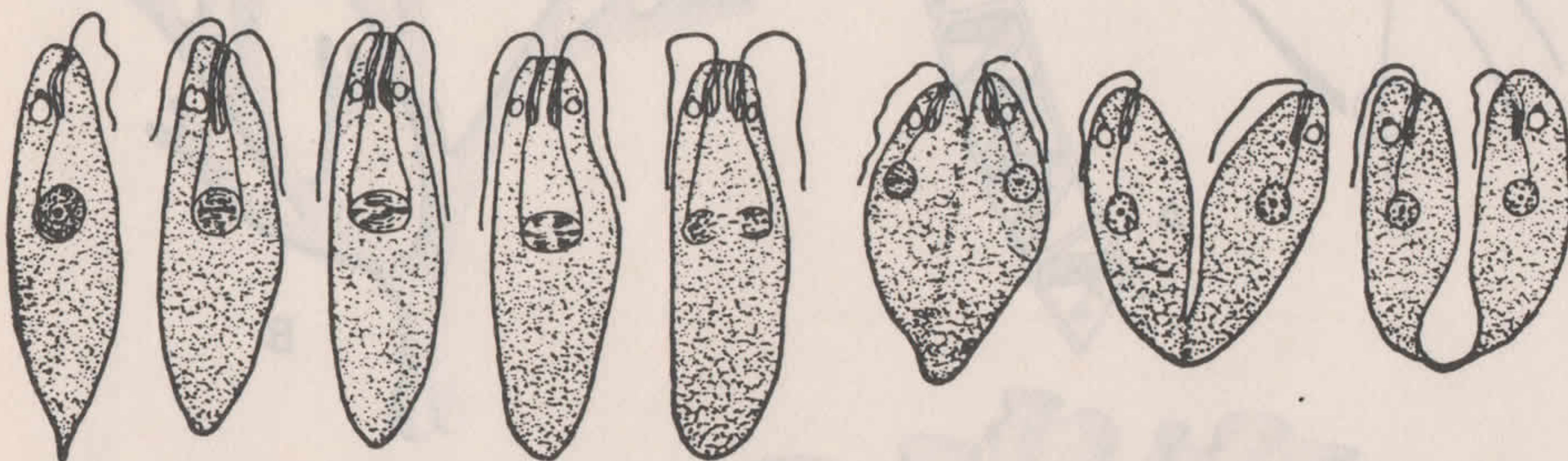


Fig. 8.8 — *Euglena viridis*. Fases da bipartição longitudinal. (Modificado de Tannereuther, 1923)

São encontradas, principalmente, em águas pútridas de valetas, em tanques onde se criam patos e também em água salgada.

V – DIATOMÁCEAS (Chrysophyta)

A cor das algas, verde-amarela ou marrom dourada, é dada pela predominância de carotenos e xantofilas sobre a clorofila.

São unicelulares, cujas paredes são impregnadas de dióxido de silício que forma carapaças ou **frústulas**, compostas de duas **valvas** encaixadas.

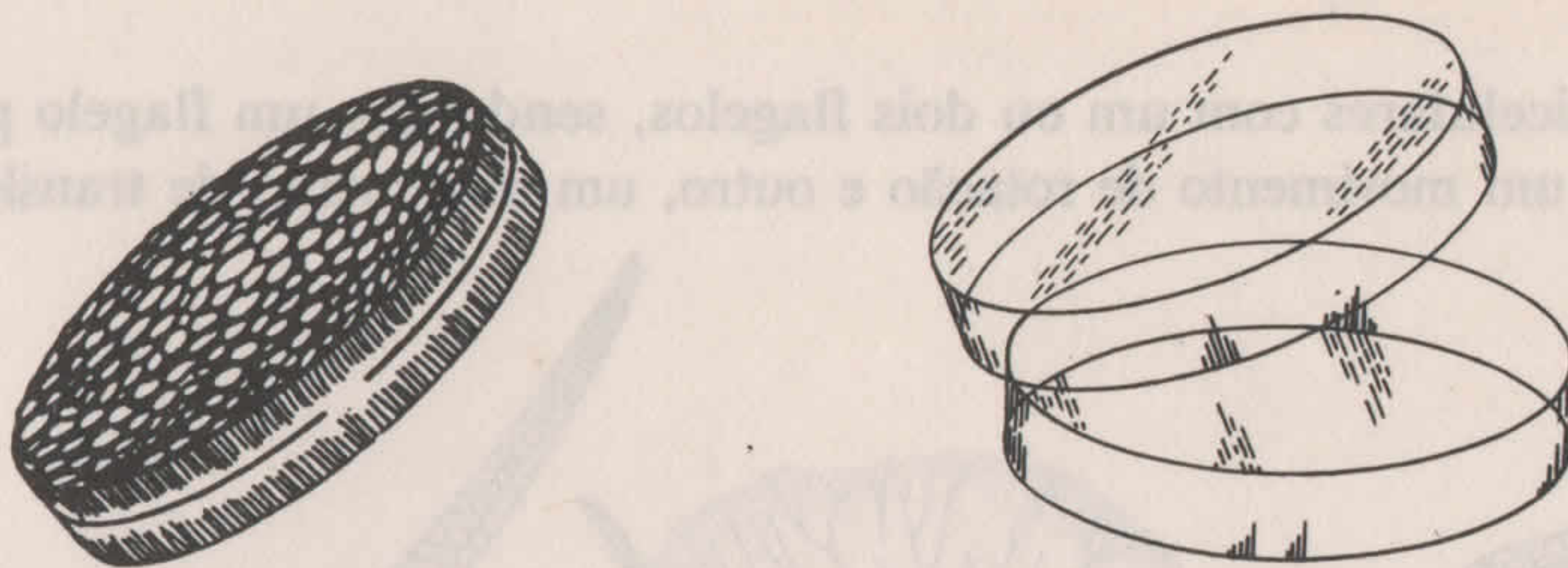


Fig. 8.9 — À esquerda, uma diatomácea planctônica, *Coccinodiscus*. Notar a carapaça silicosa ornamentada. Comparar o indivíduo com um par de “placas de Petri”, à direita.

A reprodução assexuada se faz por divisão longitudinal:

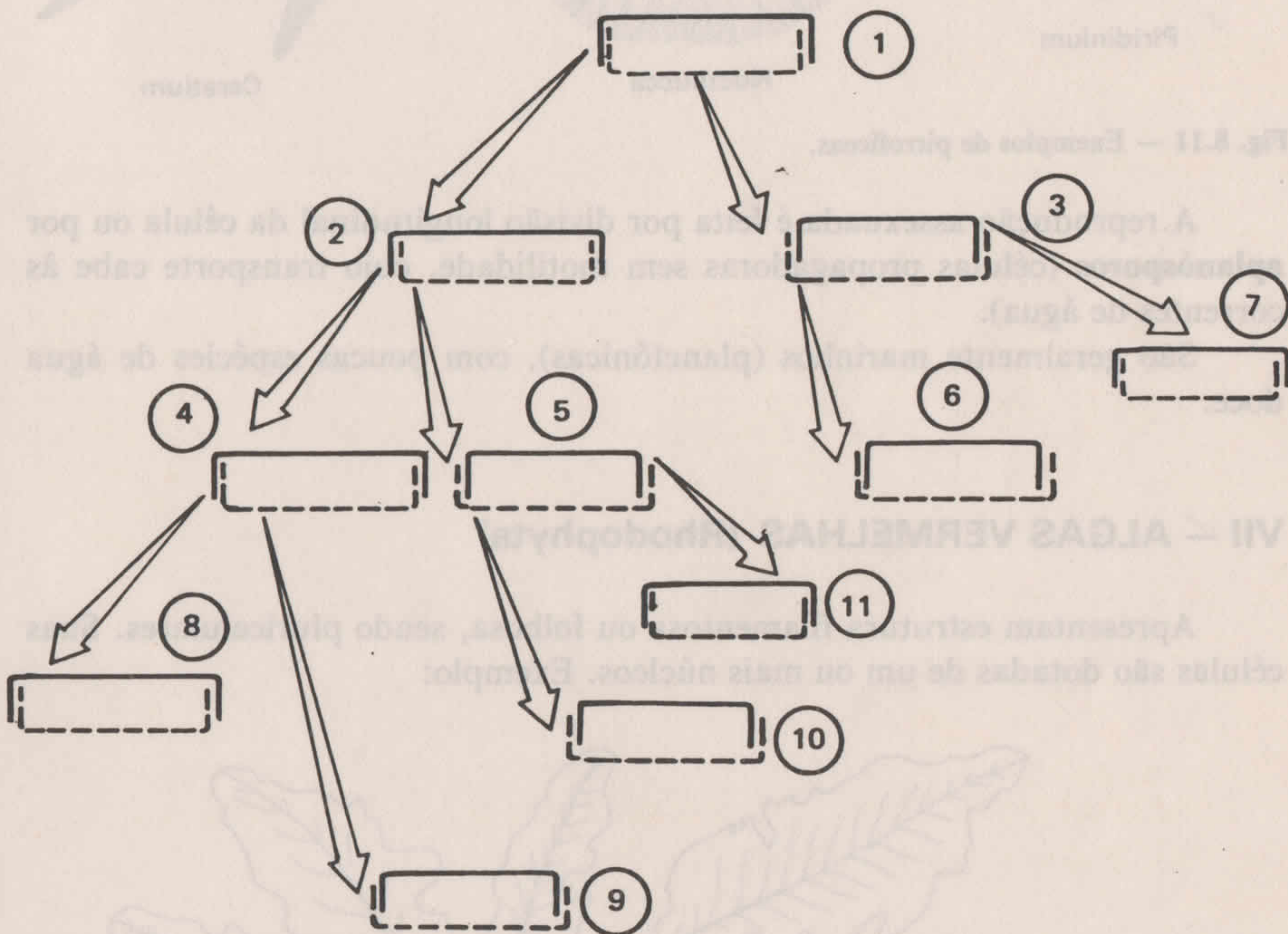


Fig. 8.10 — Reprodução assexuada em diatomáceas. Notar que os indivíduos (2), (4) e (8), por exemplo, mantêm o tamanho original. Os outros indivíduos vão diminuindo progressivamente de tamanho a cada divisão. Isto acontece até um certo momento, onde ocorre a reprodução sexuada, e se reconstituem as válvulas do tamanho original.

São encontradas em água doce, salgada e em ambiente terrestre úmido.

VI — DINOFLAGELADOS (Pyrrhophyta)

São unicelulares com um ou dois flagelos, sendo que um flagelo proporciona ao ser um movimento de rotação e outro, um movimento de translocação.

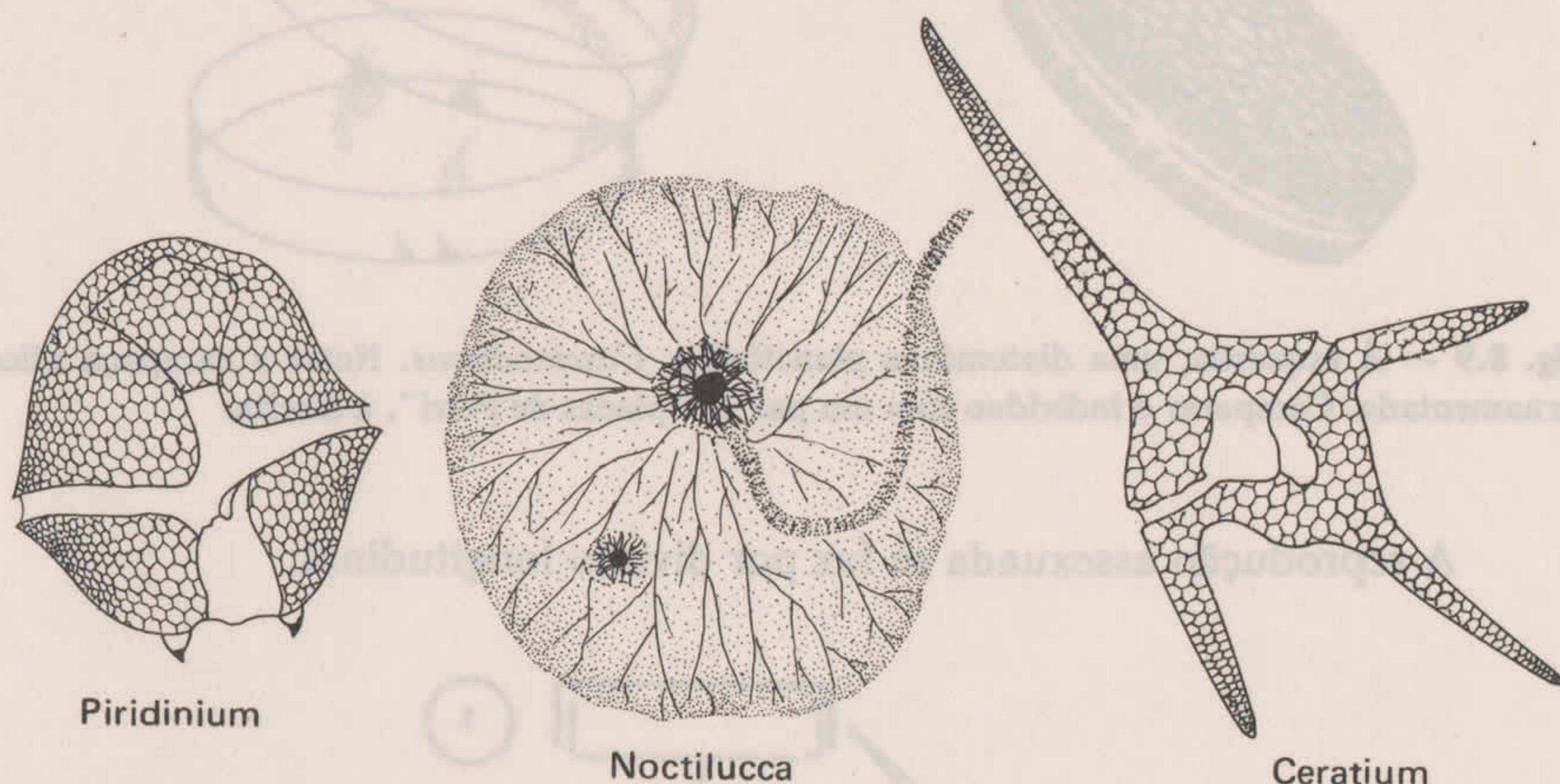


Fig. 8.11 — Exemplos de pirrofíceas.

A reprodução assexuada é feita por divisão longitudinal da célula ou por **aplanósporos** (células propagadoras sem motilidade, cujo transporte cabe às correntes de água).

São geralmente marinhos (planctônicas), com poucas espécies de água doce.

VII — ALGAS VERMELHAS (Rhodophyta)

Apresentam estrutura filamentosa ou folhosa, sendo pluricelulares. Suas células são dotadas de um ou mais núcleos. Exemplo:



Fig. 8.12

A reprodução sexuada é complexa e, na grande maioria de espécies, apresentam alternância de gerações sexuada e assexuada.

São encontradas principalmente na água salgada, sendo poucas as de água doce.

VIII — ALGAS PARDAS (Phaeophyta)

Apresentam a cor parda devido à predominância de xantofilas. Algumas espécies são filamentosas e outras, em forma de fitas ou folhas. Exemplo:

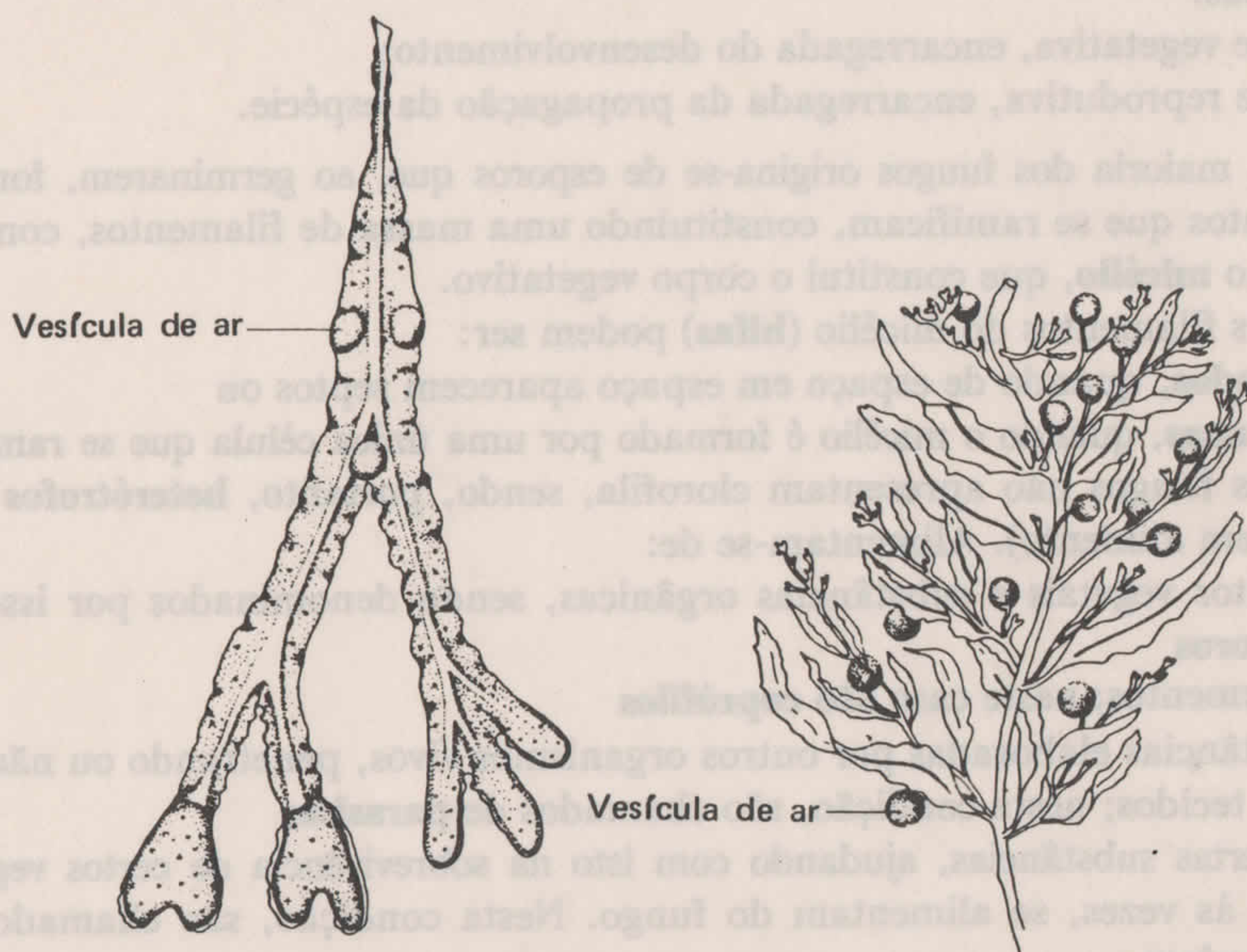


Fig. 8.13 — À esquerda *Fucus* é à direita *Sargassum*. Notar em ambas, as vesículas de ar, estruturas que permitem a flutuação. (Extraído de Bold, “O Reino Vegetal”):

A reprodução assexuada é feita por **zoósporos**.

A reprodução sexuada, na sua grande maioria, ocorre por metagênese, onde a geração **esporofítica** é constituída por indivíduos diplóides e a **gametofítica**, por haplóides.

São encontradas principalmente no ambiente marinho. O Mar dos Sargãos recebe este nome devido à grande quantidade de uma alga, do gênero **Sargassum**, presente em suas águas.

Acredita-se que 70% do oxigênio existente no ar atmosférico se deve à atividade fotossintética das algas.

Assim, é compreensível a sua importância ecológica.

IX – FUNGOS (Eumycophyta)

São seres que apresentam o corpo (**talo**) constituído de duas partes diferenciadas:

- a) parte vegetativa, encarregada do desenvolvimento;
- b) parte reprodutiva, encarregada da propagação da espécie.

A maioria dos fungos origina-se de esporos que, ao germinarem, formam filamentos que se ramificam, constituindo uma massa de filamentos, conhecida como **micélio**, que constitui o corpo vegetativo.

Os filamentos do micélio (**hifas**) podem ser:

- a) **septados**, quando de espaço em espaço aparecem septos ou
- b) **contínuas**, quando o micélio é formado por uma única célula que se ramifica.

Os fungos não apresentam clorofila, sendo, portanto, **heterótrofos** (não produzem alimento). Alimentam-se de:

- a) detritos vegetais e substâncias orgânicas, sendo denominados por isso **sapróvoros**
- b) excrementos; neste caso são **coprófilos**
- c) substâncias elaboradas por outros organismos vivos, penetrando ou não nos seus tecidos; nesta condição, são chamados de **parasitas**
- d) de certas substâncias, ajudando com isto na sobrevivência de certos vegetais que, às vezes, se alimentam do fungo. Nesta condição, são chamados de **micorrizas**

Para aumentar a capacidade de disseminação, os fungos produzem **esporóforos**, estruturas que se elevam sobre o plano do micélio, onde são produzidos os esporos. Estes esporos podem ser formados por uma ou mais células. Encontramos esporos:

- a) **assexuados**, quando produzidos por transformação do corpo vegetativo
- b) **sexuados**, quando surgem da fusão de corpos diferenciados
- c) **endógenos**, quando são formados dentro dos esporóforos e
- d) **exógenos**, quando são produzidos fora dos esporóforos.

Os fungos se reproduzem assexuadamente por cissiparidade ou por brotamento. Apresentam, também, reprodução sexuada bastante diversificada.

A importância dos fungos decorre de suas utilidades e da patogenia humana e vegetal. Exemplos:

- a) alimentação (algumas espécies)
- b) leveduras, usadas como agentes fermentativos
- c) o **Penicillium**, de onde se extrai a penicilina
- d) as micorrizas do **Pinus** o qual, sem os fungos, não se desenvolve
- e) produzem a “ferrugem” do café, prejudicando os cafezais
- f) provocam micoses

X – LÍQUENS

São organismos resultantes da associação entre fungos e algas verdes ou cianofíceas. A reprodução ocorre com a formação de **sorédios**, os quais são fragmentos do líquen que contêm a alga e o fungo.

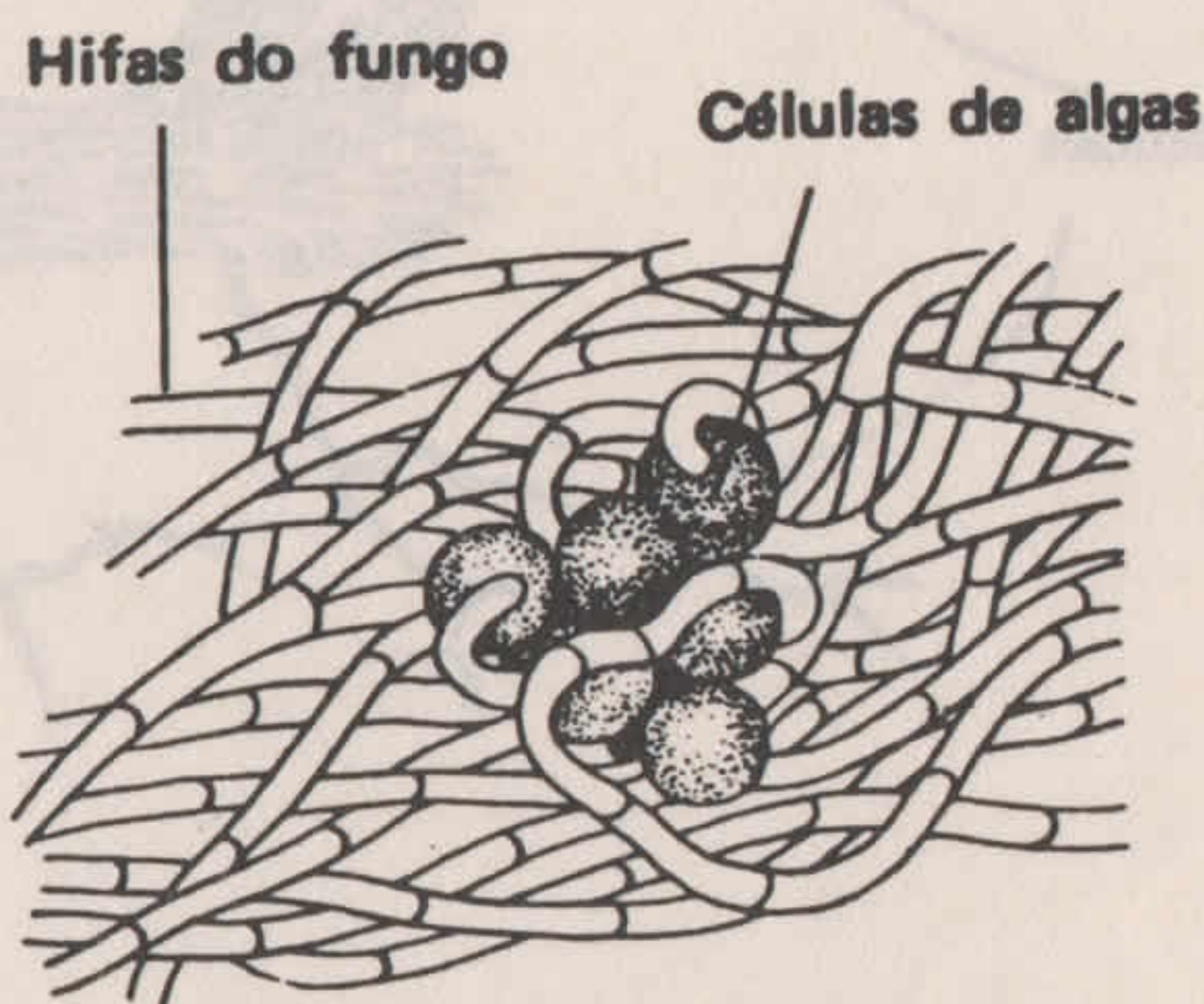


Fig. 8.14

Talófitas: são vegetais cujo corpo não exhibe diferenças entre raiz, caule e folhas (ex.: algas, fungos etc.)

Cormófitas: são vegetais que apresentam o corpo nitidamente diferenciado em raiz, caule e folhas (ex.: Pteridófitas, Gimnospermas e Angiospermas).

XI – BRIÓFITAS (Bryophyta)

São plantas herbáceas pequenas que não produzem flores. São intermediárias entre as Talófitas e as Cormófitas.

As Briófitas são vegetais que crescem em lugares úmidos. Isto se deve ao fato de não possuírem um sistema eficiente de distribuição de água pelo corpo. Não apresentam raízes verdadeiras, existindo filamentos de função similar à das raízes, chamados **rizóides**.

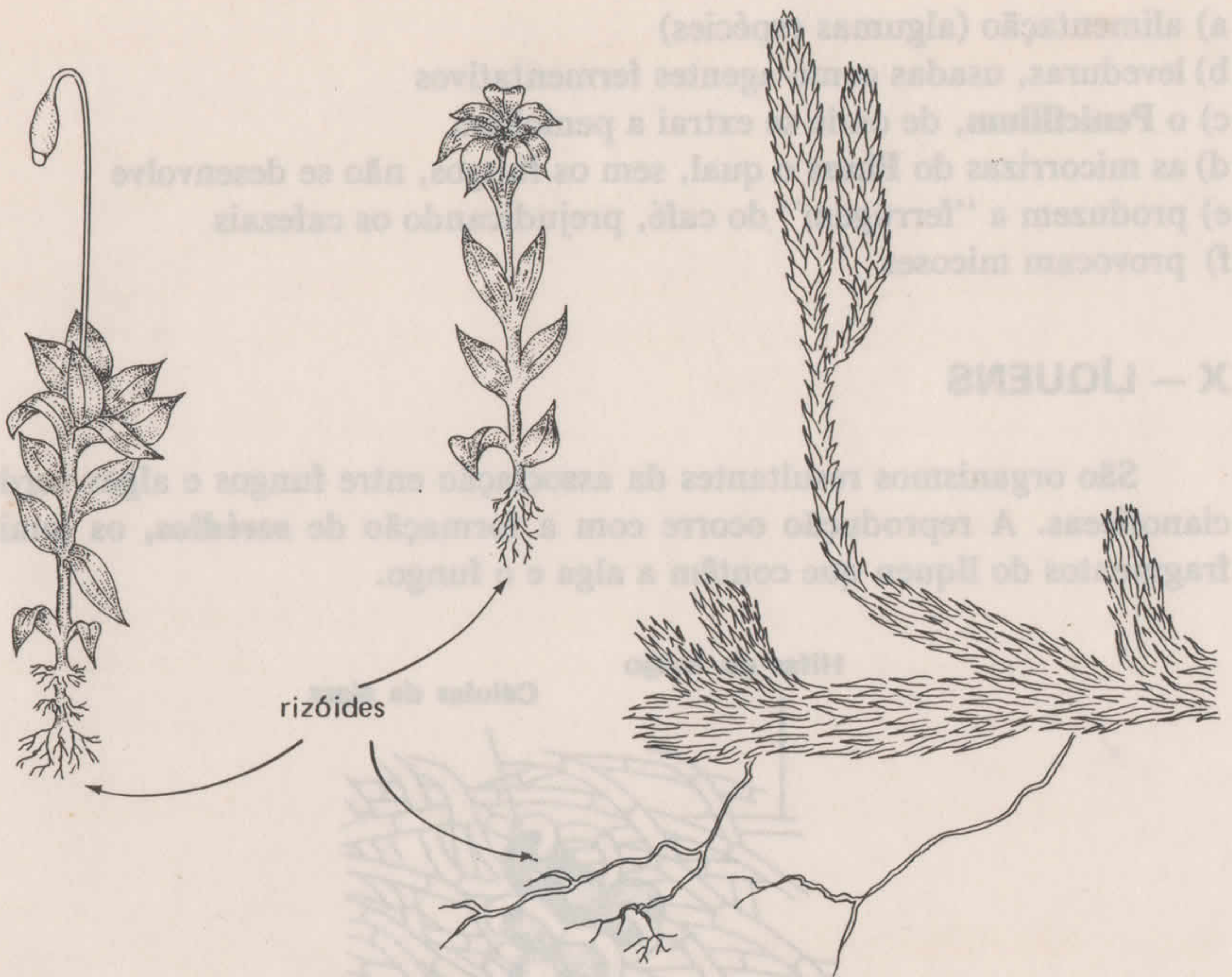


Fig. 8.15

As Briófitas compreendem 3 grupos: **Musgos, Hepáticas e Antóceros.**

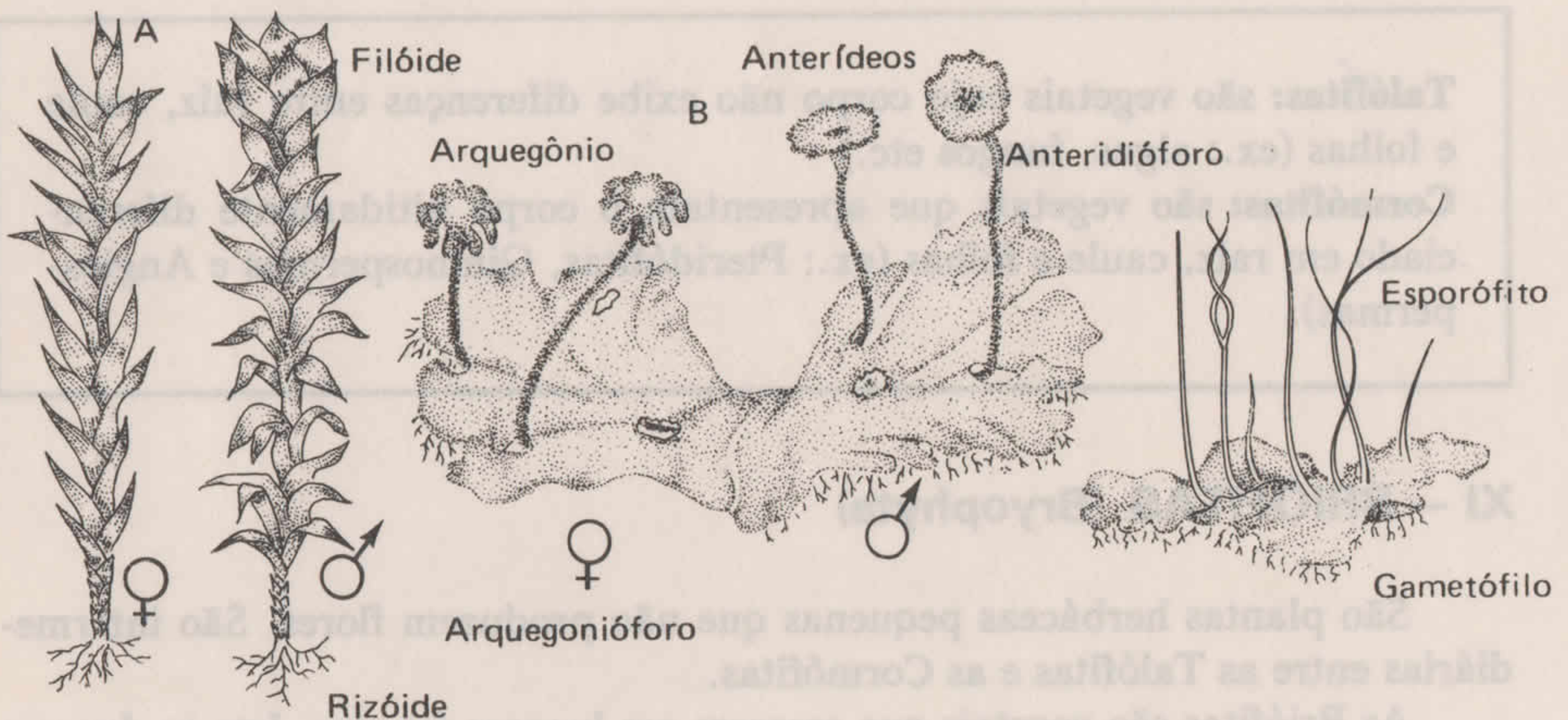


Fig. 8.16 — A — **Polytrichum**, um musgo, gametófitos ♂ e ♀; B — **Marchantia**, uma hepática, gametófitos ♂ e ♀; C — **Anthoceros**, gametófitos ♀ com esporófitos femininos com esporófitos em diversas fases de maturação.

XII — TRAQUEOFITAS (Tracheophyta)

Foram os primeiros vegetais que abandonaram o ambiente aquático, pois apresentam vasos condutores que tornam mais eficiente a distribuição de água pelo organismo. Tais vasos não existem em Talófitas e Briófitas.

Traqueófitas são vegetais dotados de vasos condutores: xilema e floema.

Ao grupo formado principalmente pelas cavalinhas, samambaias e selaginelas chamamos de Pteridófitas.

XIII — GIMNOSPERMAS

Nestes vegetais, os óvulos, que vão originar as sementes, formam-se na superfície das folhas, sem qualquer proteção. Por isso, são também denominados vegetais de sementes nuas.

Como não há ovário, não se formam frutos.

Os Gimnospermas compreendem principalmente os pinheiros.

XIV — ANGIOSPERMAS

Estes vegetais apresentam como principal característica a produção de frutos. Compreendem dois grupos distintos:

1. **Monocotiledôneas:** vegetais que produzem semente com um cotilédone.

Ex.: milho.

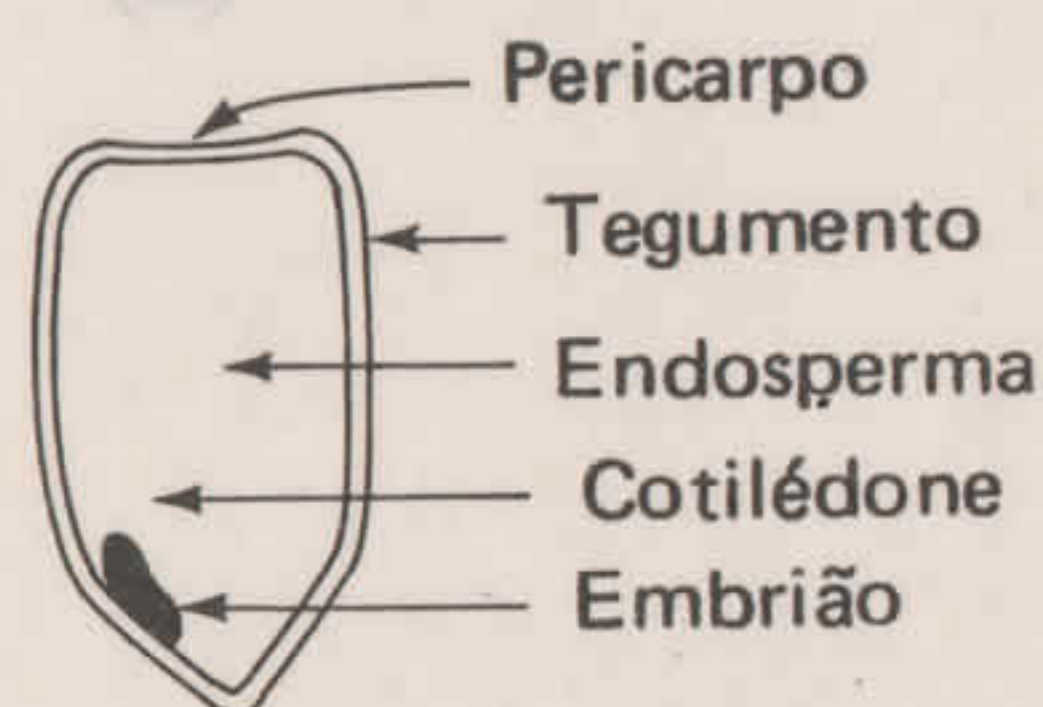
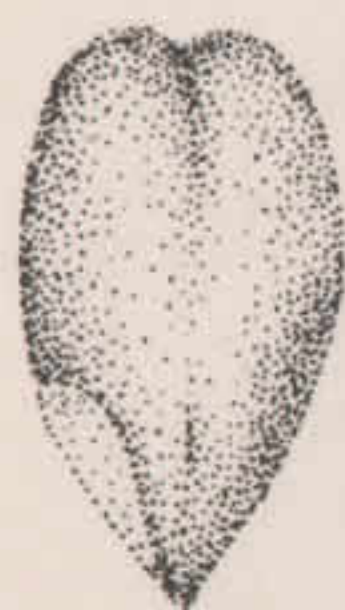
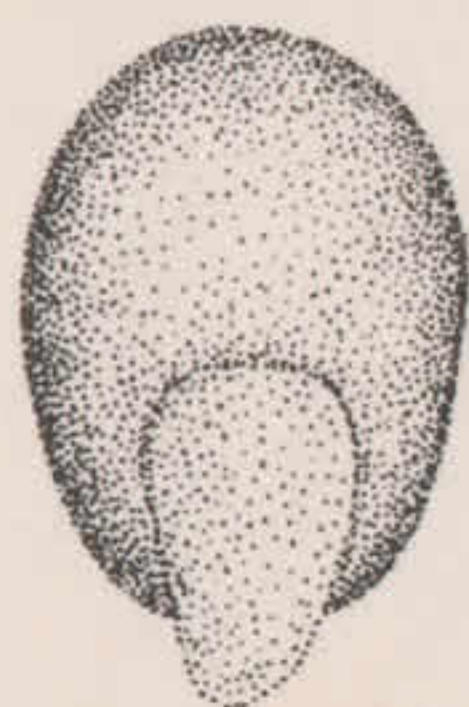


Fig. 8.17

2. **Dicotiledôneas:** apresentam semente com dois cotilédones.

Ex.: feijão.

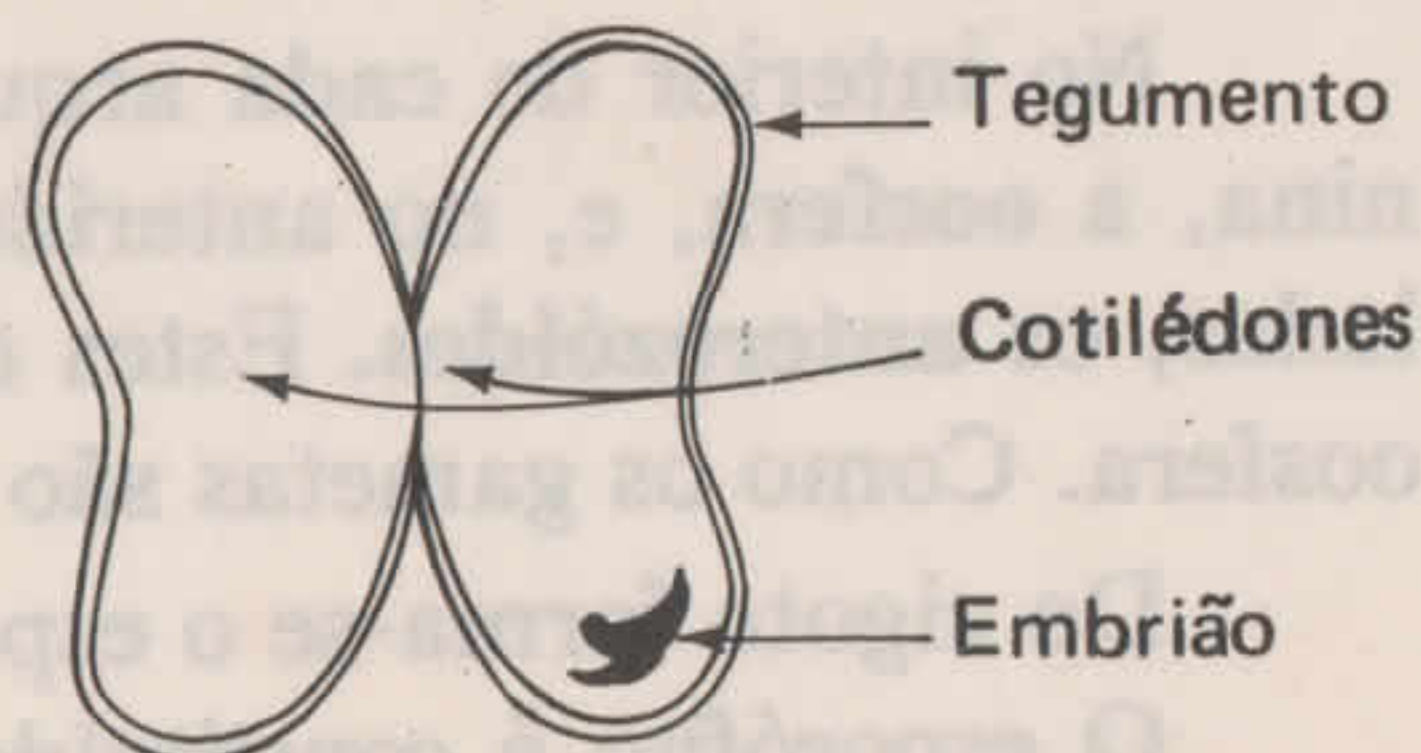
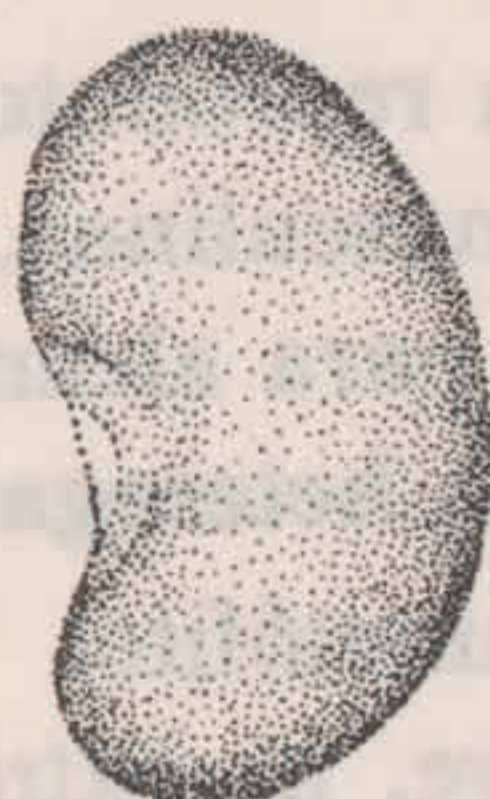


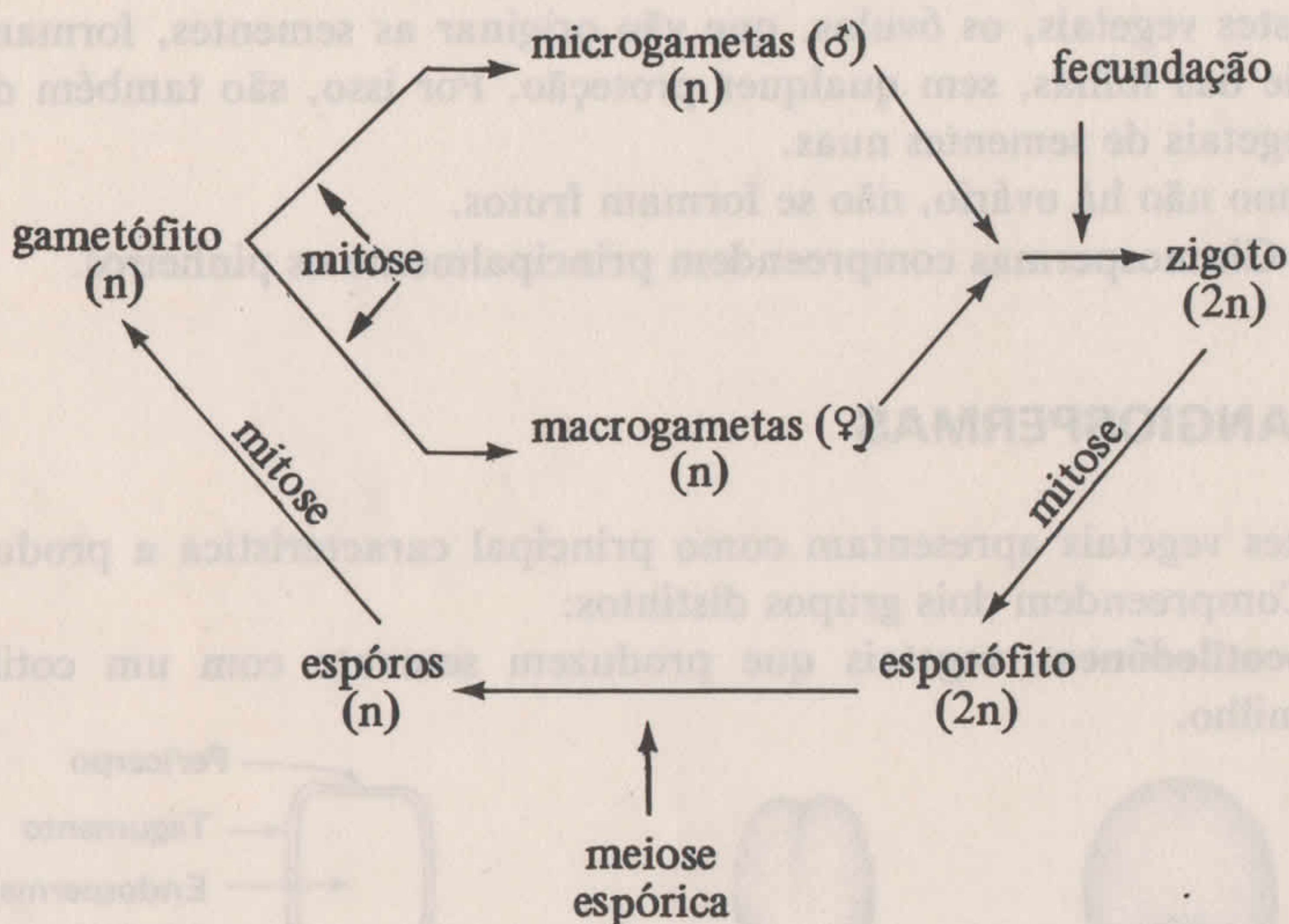
Fig. 8.18

XV — REPRODUÇÃO NAS BRIÓFITAS E TRAQUEÓFITAS

As plantas, em geral, apresentam duas gerações que se alternam: uma formada de células haplóides (n), outra de diplóides ($2n$). Quanto mais evoluído é o vegetal, maior predominância vai ganhando a geração diplóide.

A geração haplóide é chamada **gametofítica** pelo fato de produzir os gametas; a geração diplóide é chamada **esporofítica** por produzir os esporos.

CICLO REPRODUTIVO DOS VEGETAIS



1. Reprodução nas Briófitas (classe Musci)

A maior parte do ciclo de vida desses vegetais é haplóide e constitui o gametófito. Neste, desenvolvem-se os órgãos sexuais: **arquegônios (φ)** e **anterídeos (σ)**.

No interior de cada arquegônio, forma-se uma célula reprodutora feminina, a **oosfera**, e, no anterídeo, as células reprodutoras masculinas, biflageladas, os **anterozóides**. Estes dependem da água da chuva para alcançarem a oosfera. Como os gametas são diferentes, a fusão é chamada **heterogamia**.

Do zigoto forma-se o esporófito, que cresce sobre o gametófito.

O esporófito é constituído de uma haste que desenvolve, na extremidade, o **esporângio**, onde se formam os esporos. Quando o esporângio se torna ma-

duro, libera os esporos que, encontrando um solo úmido, germinam e originam novos gametófitos. Nos musgos, o esporo germina, formando uma estrutura filamentosa e destes desenvolvem-se os gametófitos masculinos e femininos.

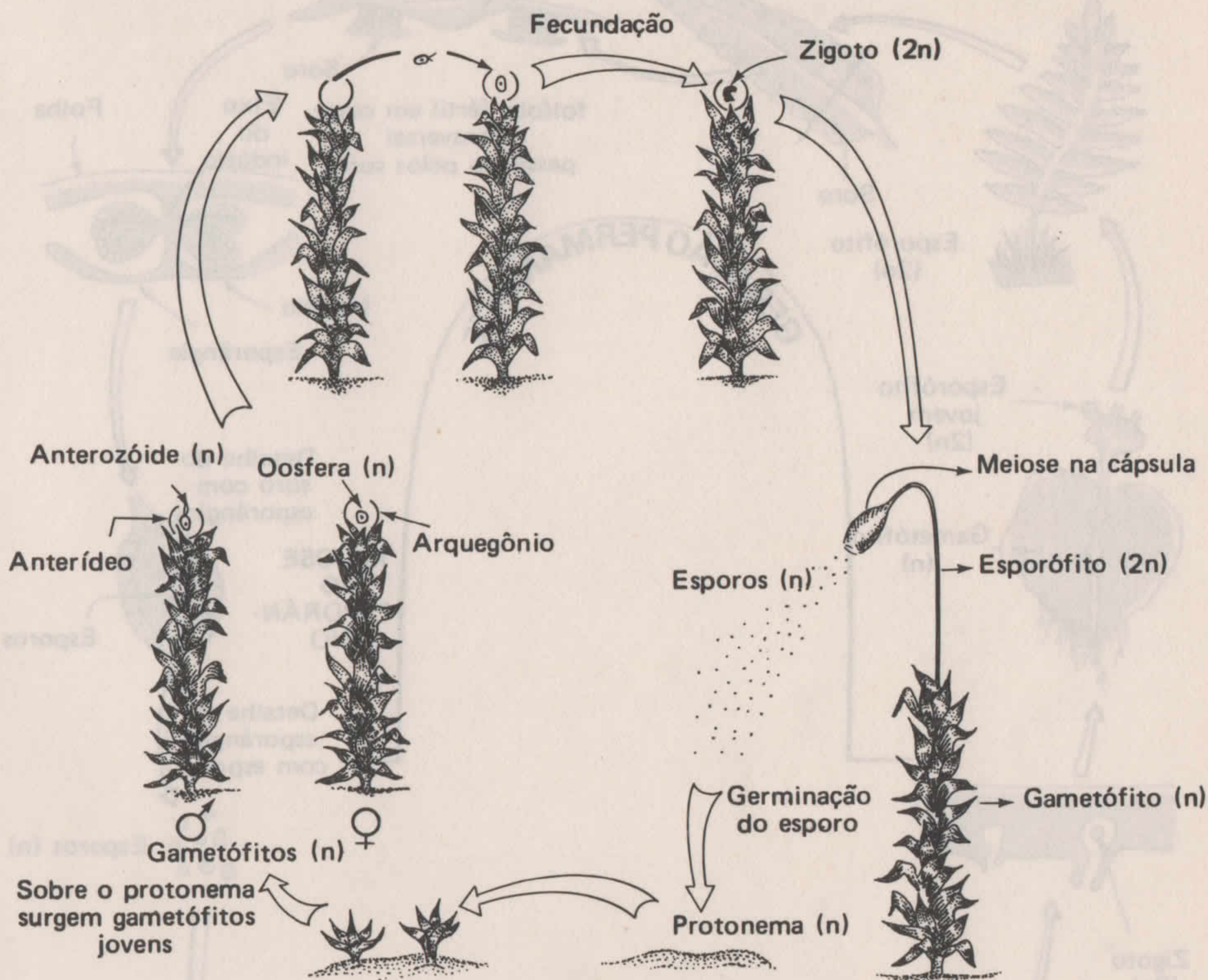


Fig. 8.19 — Ciclo de vida de um musgo. Notar a meiose espórica.

2. Reprodução nas Filicíneas

A maior parte do ciclo de vida destes vegetais ocorre na fase diplóide.

Em certas épocas do ano, na face inferior das folhas, aparecem pequenos pontos, os **soros**, que constituem conjuntos de esporângios que, por sua vez, formam numerosos esporos. Uma vez libertados, estes esporos germinam em solo úmido, formando o gametófito, chamado **prótalo**. Nele, formam-se os anterídeos e os arquegônios. Os anterídeos formam inúmeros anterozóides e os arquegônios, uma oosfera cada um. Havendo pequena camada de água, os anterozóides alcançam as oosferas, formando os zigotos. A partir de cada zigoto, desenvolve-se novo esporófito, ou seja, nova samambaia.

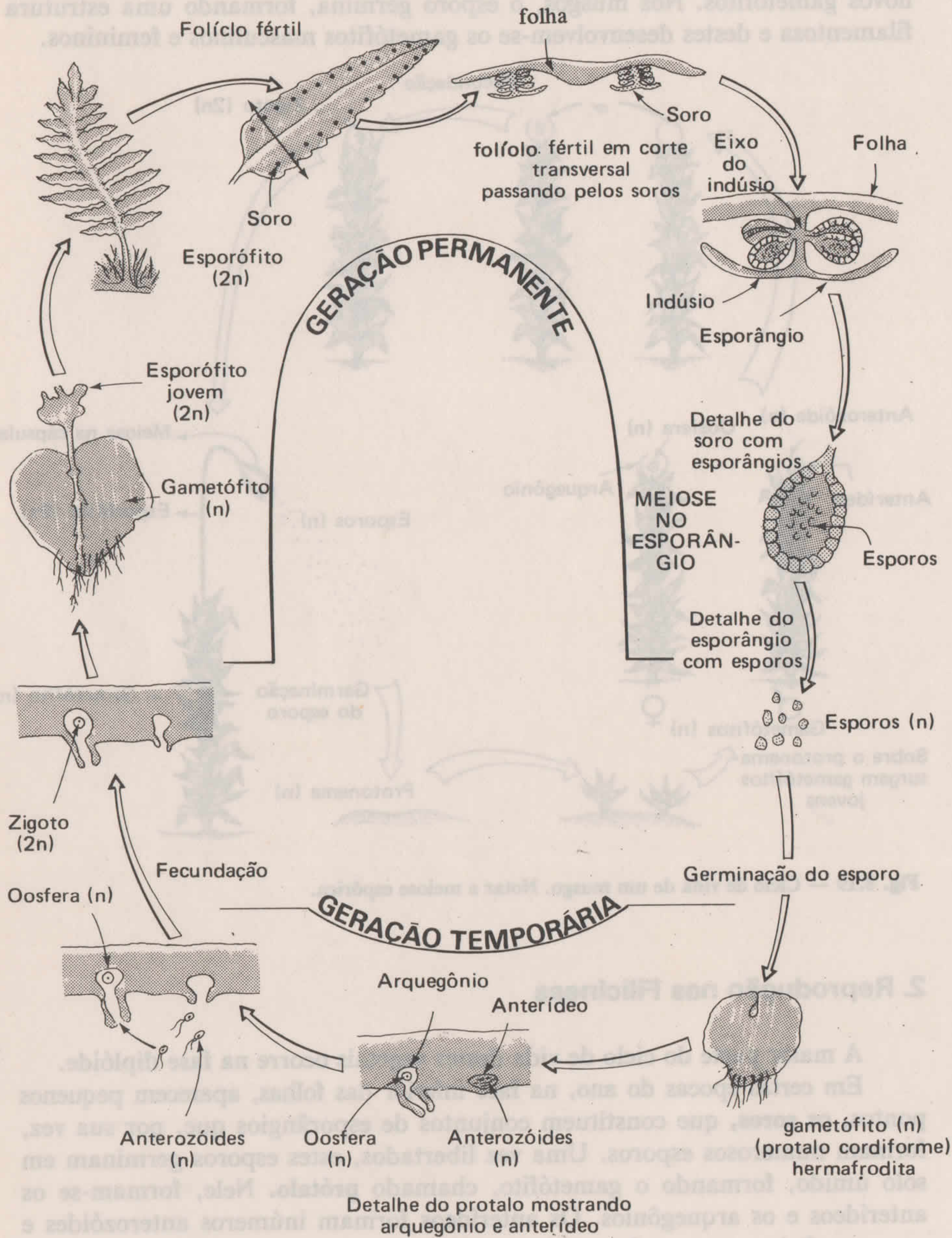


Fig. 8.20 — Ciclo de vida de uma filicínea. Notar a meiose que ocorre para a formação de esporos.

3. Reprodução nas Gimnospermas

O maior grupo das Gimnospermas é constituído pelas coníferas (pinheiro, cedros, ciprestes, etc.).

Nos ramos, dos pinheiros, por exemplo, surgem grupos de folhas modificadas que constituem as estruturas de reprodução, as flores ou **estróbilos**, de sexos separados. O estróbilo masculino recebe o nome de **microstróbilo** e o feminino, de **megastróbilo**.

O microstróbilo é formado de folhas, chamadas **microsporófilos**, que transportam dois **microsporângios**. Estes possuem, no seu interior, os microsporócitos ou células-mães dos **micrósporos**, as quais, por meiose, darão origem a quatro **micrósporos**. Estes micrósporos, por sua vez, sofrem uma diferenciação e transformam-se no **grão de pólen**.

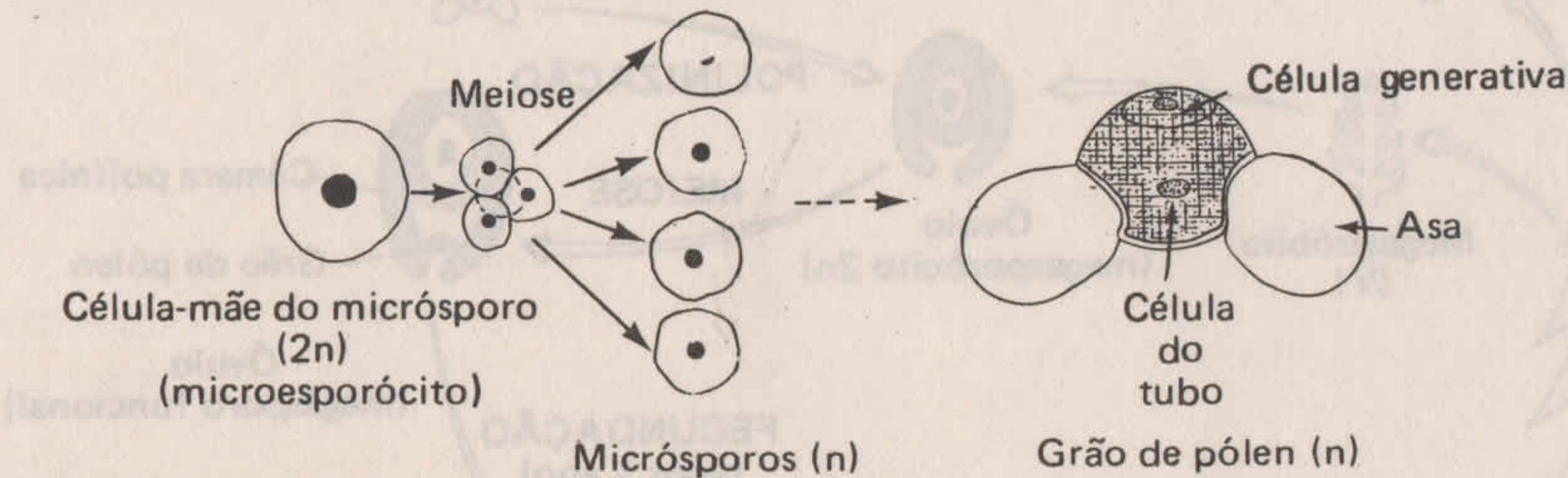


Fig. 8.21 — Aspectos da formação do grão-de-pólen a partir da célula-mãe do micrósporo (microsporócito).

O megastróbilo é formado de folhas, chamadas **megasporófilos**, que transportam dois **megasporângios**. Estes, no seu interior, possuem dois **megasporócitos** ou células-mães do megásporo que, ao sofrer meiose, forma quatro megásporos. Três destes degeneram e um continua funcional. O megásporo encontra-se, dentro do megasporângio, envolvido por um tegumento que apresenta um orifício chamado micrópila. A este conjunto denominamos **óvulo**.

Cada megásporo germina no próprio lugar onde é formado, dando origem a uma estrutura haplóide, o gametófito feminino chamado **megaprótalo** ou **saco embrionário**. É neste megaprótalo que se formará a oosfera ou gameta feminino.



Fig. 8.22 — Corte transversal esquemático do óvulo de *Pinus*.

Os grãos de pólen são libertados com o vento e, caindo sobre os estróbilos femininos, germinam formando o gametófito masculino, o **microprótalo** ou **tubo polínico**, que cresce em direção ao megaprótalo. É nesse tubo polínico que se formará o gameta masculino ou **núcleo espermático**.

Ocorrendo a fecundação, forma-se a semente a partir do megasporófilo. As sementes, ainda aderidas ao megastróbilo, que aumentou em muito o seu tamanho, são chamadas cone ou pinha. O pinhão é a semente comestível, aderida ao megasporófilo, produzida por uma espécie de pinheiro existente no Brasil, do gênero **Araucaria**.

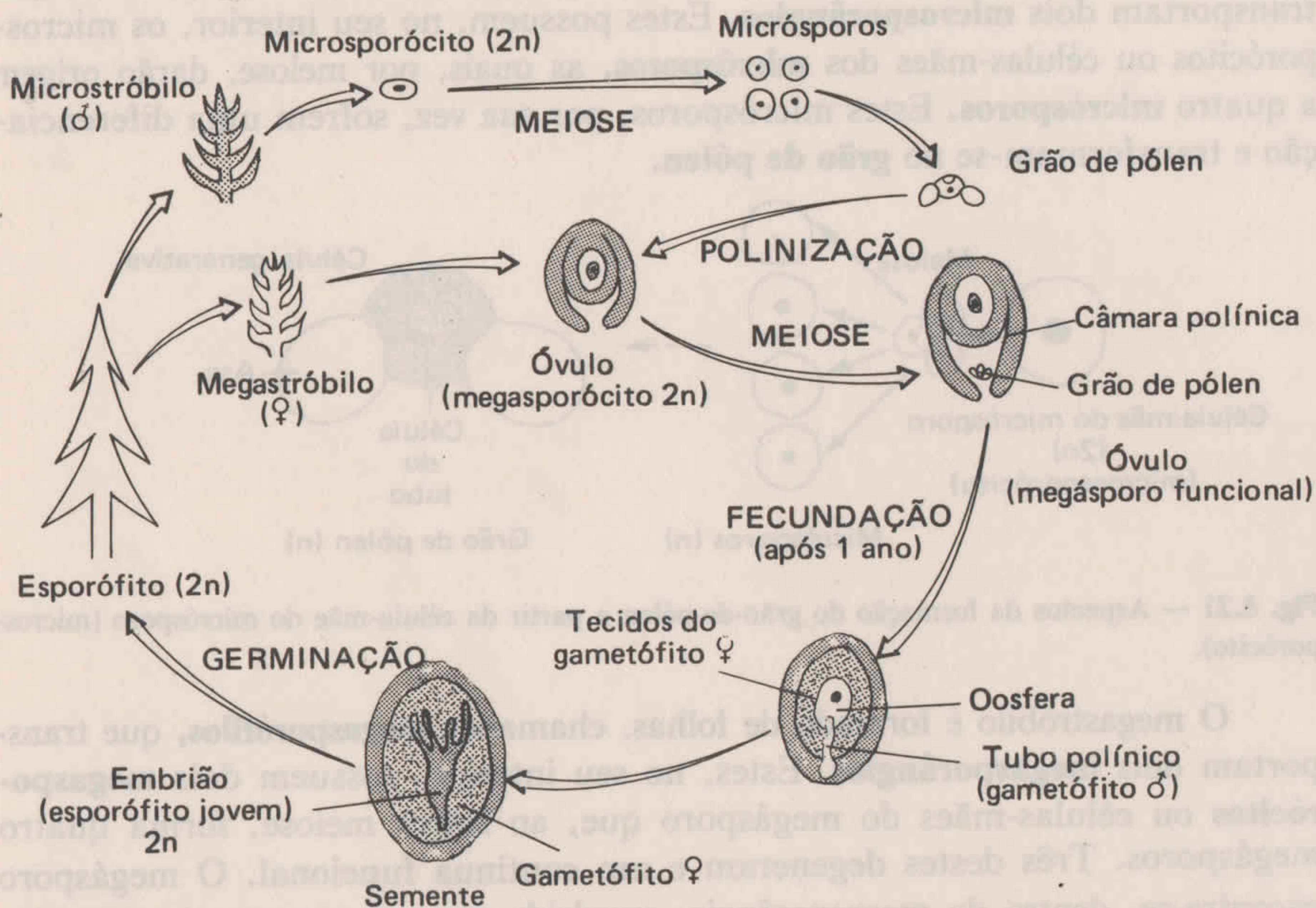


Fig. 8.23 — Ciclo de vida de *Pinus*.

4. Reprodução nas Angiospermas

A flor, que é o órgão de reprodução, forma-se a partir de um ramo cujas folhas se modificaram, constituindo as **sépalas**, as **pétalas**, os **estames** e os **pistilos**.

A haste ou pedúnculo da flor se dilata, formando o receptáculo floral onde se inserem os elementos da flor. As sépalas, que são as estruturas mais externas e de coloração verde, constituem o **cálice**. As pétalas, coloridas e atraentes, formam a **corola**.

Os **estames** constituem a parte masculina da flor e são formados por **filete** e **antera**. A antera contém os sacos polínicos (microsporângios) que vão formar os grãos de pólen (micrósporos) por meiose.

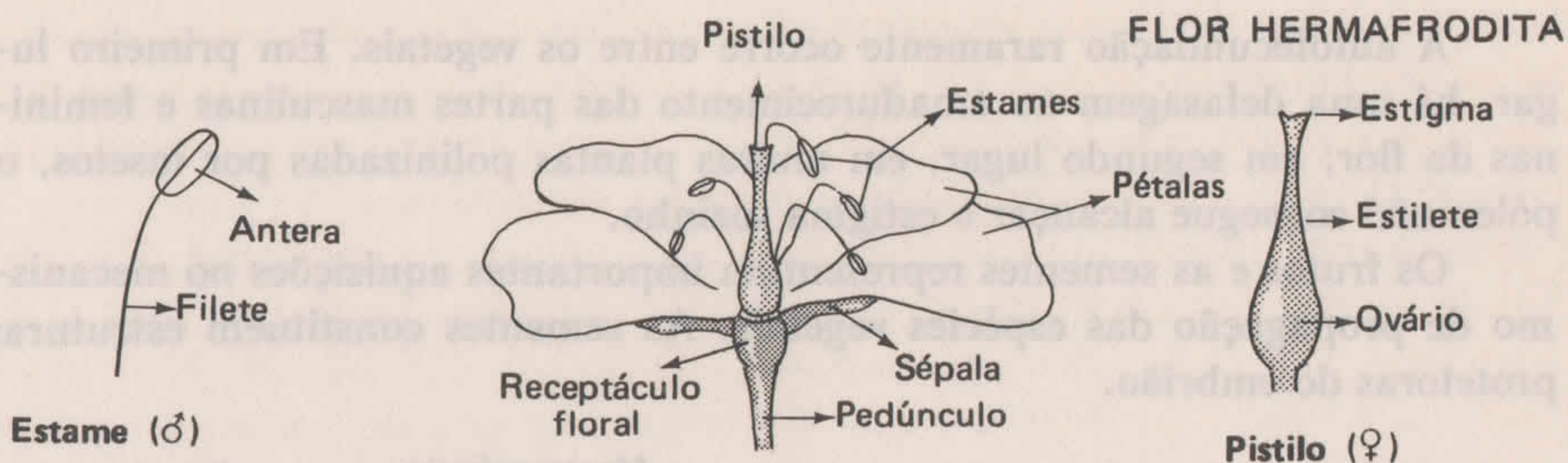


Fig. 8.24 — Elementos da flor.

O pistilo é a parte feminina da flor e é a mais central. É constituído pelo **estilete**, cuja extremidade livre é o **estigma**, e cuja base dilatada é o ovário. Dentro do ovário, desenvolvem-se os óvulos (megasporângios). Cada óvulo vai formar megásporos, por meiose, dos quais um único se desenvolve.

Os grãos de pólen precisam alcançar os estigmas das flores. Esse processo, chamado polinização, pode ser realizado pelo vento ou pelos insetos. A fecundação ocorre da seguinte maneira:

- o grão de pólen tem 2 núcleos (n); caindo no estigma, vai germinar formando o tubo polínico; um dos núcleos, o vegetativo, preside o crescimento do tubo e o outro divide-se em 2 núcleos espermáticos;
- no interior do óvulo, o saco embrionário é formado a partir de um megásporo (n); por mitoses sucessivas, formar-se-ão 8 núcleos haplóides dos quais apenas um é o gameta feminino ou oosfera;
- um núcleo espermático alcança a oosfera, formando um zigoto que vai originar um **embrião**; o outro núcleo espermático funde-se com os dois núcleos polares, formando uma célula triploide ($3n$) que origina um tecido de reserva nutritiva para o embrião, o **endosperma**;
- o **óvulo** vai se desenvolver em **semente** e as paredes do **ovário** irão crescer e constituir o **fruto**.

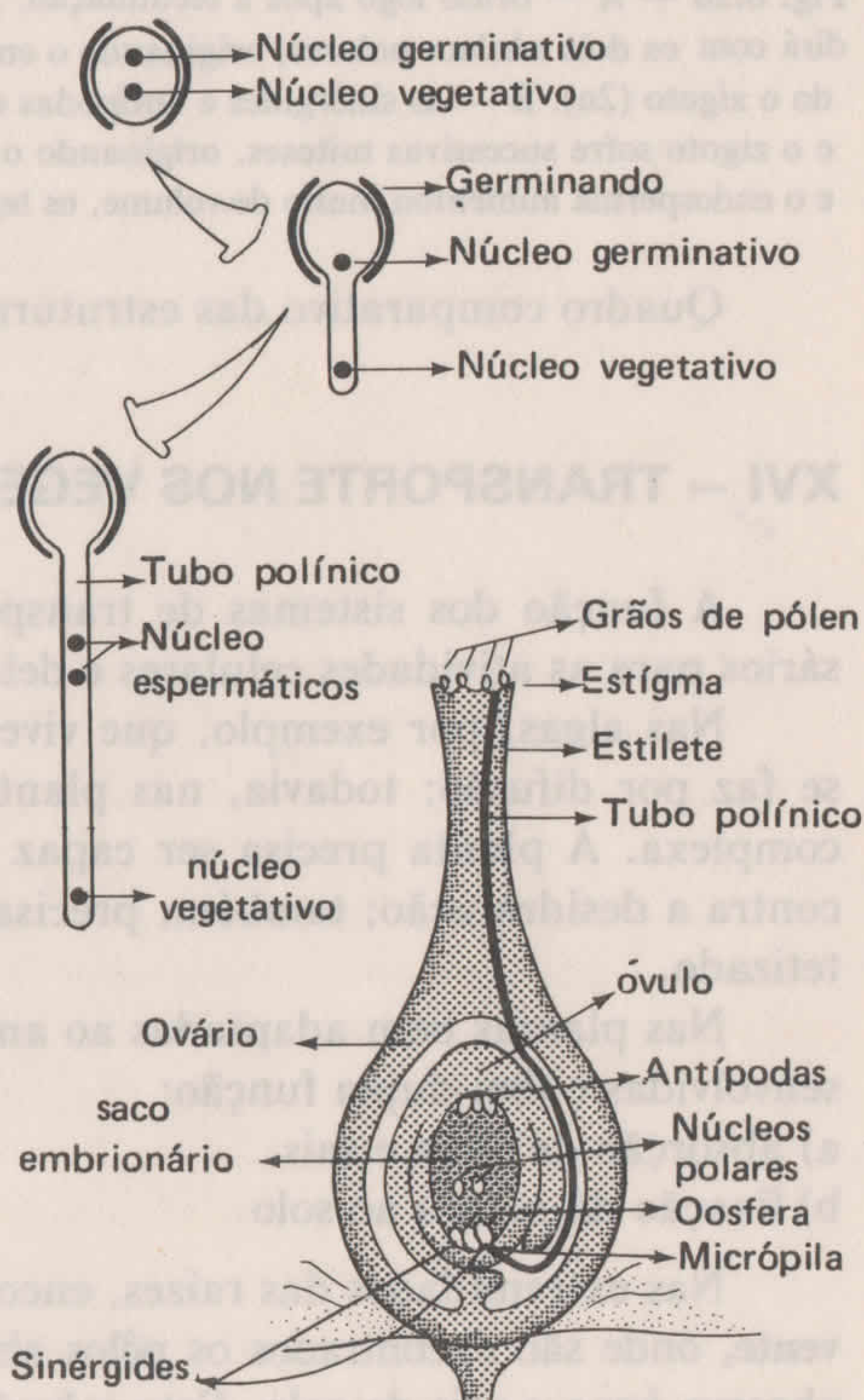


Fig. 8.25 — Grão de pólen.

A autofecundação raramente ocorre entre os vegetais. Em primeiro lugar, há uma defasagem no amadurecimento das partes masculinas e femininas da flor; em segundo lugar, em muitas plantas polinizadas por insetos, o pólen não consegue alcançar o estigma sozinho.

Os frutos e as sementes representam importantes aquisições no mecanismo de propagação das espécies vegetais. As sementes constituem estruturas protetoras do embrião.

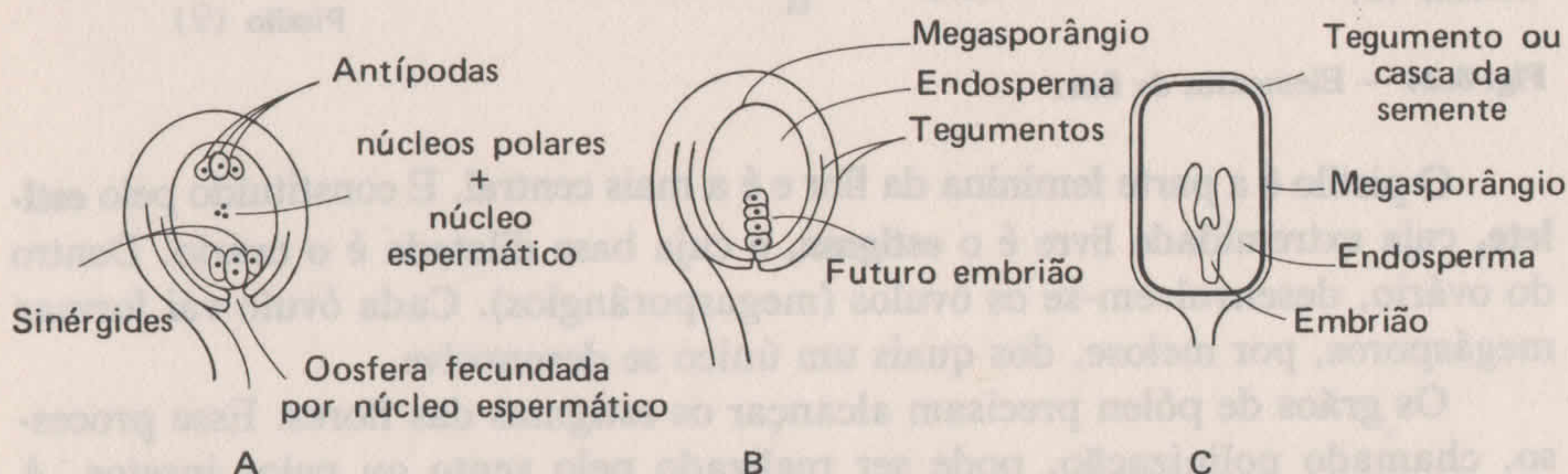


Fig. 8.26 — A — óvulo logo após a fecundação. Note que um dos 2 núcleos espermáticos se fundirá com os dois núcleos polares, originando o endosperma ($3n$) e o outro com a oosfera, originando o zigoto ($2n$). B — as sinérgides e antípodas degeneram; os núcleos do endosperma dividem-se e o zigoto sofre sucessivas mitoses, originando o embrião. C — semente; o embrião está formado e o endosperma aumentou muito de volume, os tegumentos do óvulo originaram a casca da semente.

Quadro comparativo das estruturas reprodutoras dos vegetais.

XVI — TRANSPORTE NOS VEGETAIS

A função dos sistemas de transportes é fazer circular materiais necessários para as atividades celulares e delas retirar os resíduos.

Nas algas, por exemplo, que vivem na água, a distribuição de material se faz por difusão; todavia, nas plantas terrestres, esta distribuição é mais complexa. A planta precisa ser capaz de obter água suficiente e proteger-se contra a desidratação; também, precisa distribuir e armazenar o material sintetizado.

Nas plantas bem adaptadas ao ambiente terrestre, as raízes são bem desenvolvidas e têm dupla função:

- absorção de água e sais
- fixação da planta ao solo

Nas extremidades das raízes, encontramos a **zona pilífera** ou **zona absorvente**, onde são encontrados os pêlos absorventes. É através deles que o vegetal absorve água e sais do solo. Esta solução de água e sais minerais recebe o nome de **seiva bruta**.

A seiva bruta, por osmose, passando de célula em célula no interior das raízes, chega ao **xilema**, que é um sistema de vasos condutores que a levará até as folhas.

O xilema é constituído por conjuntos ou feixes de **vasos lenhosos**. Eles são formados por células mortas e empilhadas das quais restaram as paredes rígidas, impregnadas de uma substância, a **lignina**. O citoplasma e as paredes transversais das células desapareceram e formaram canais ocos, desde as raízes até as folhas.

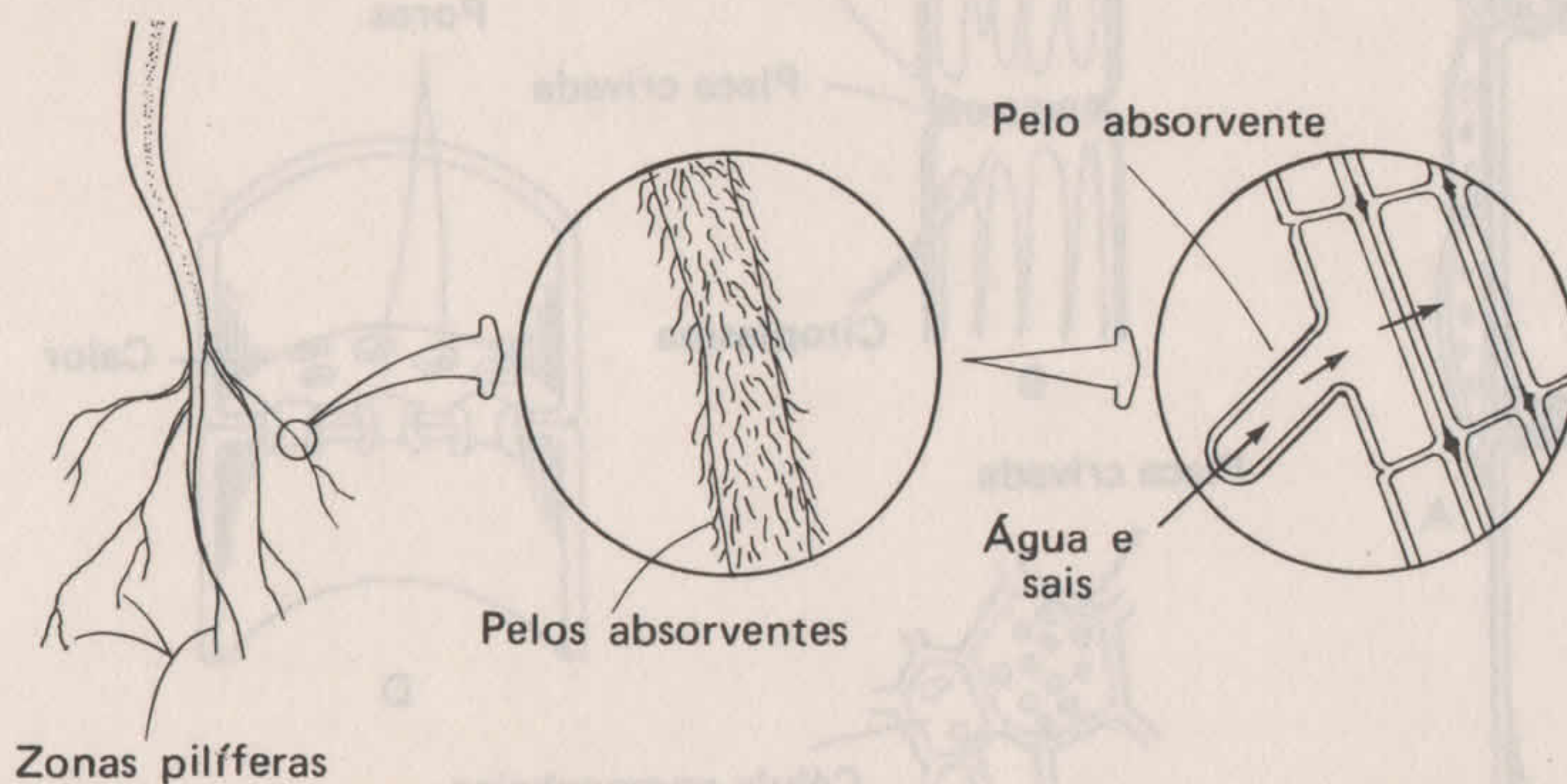


Fig. 8.27 — Raiz.

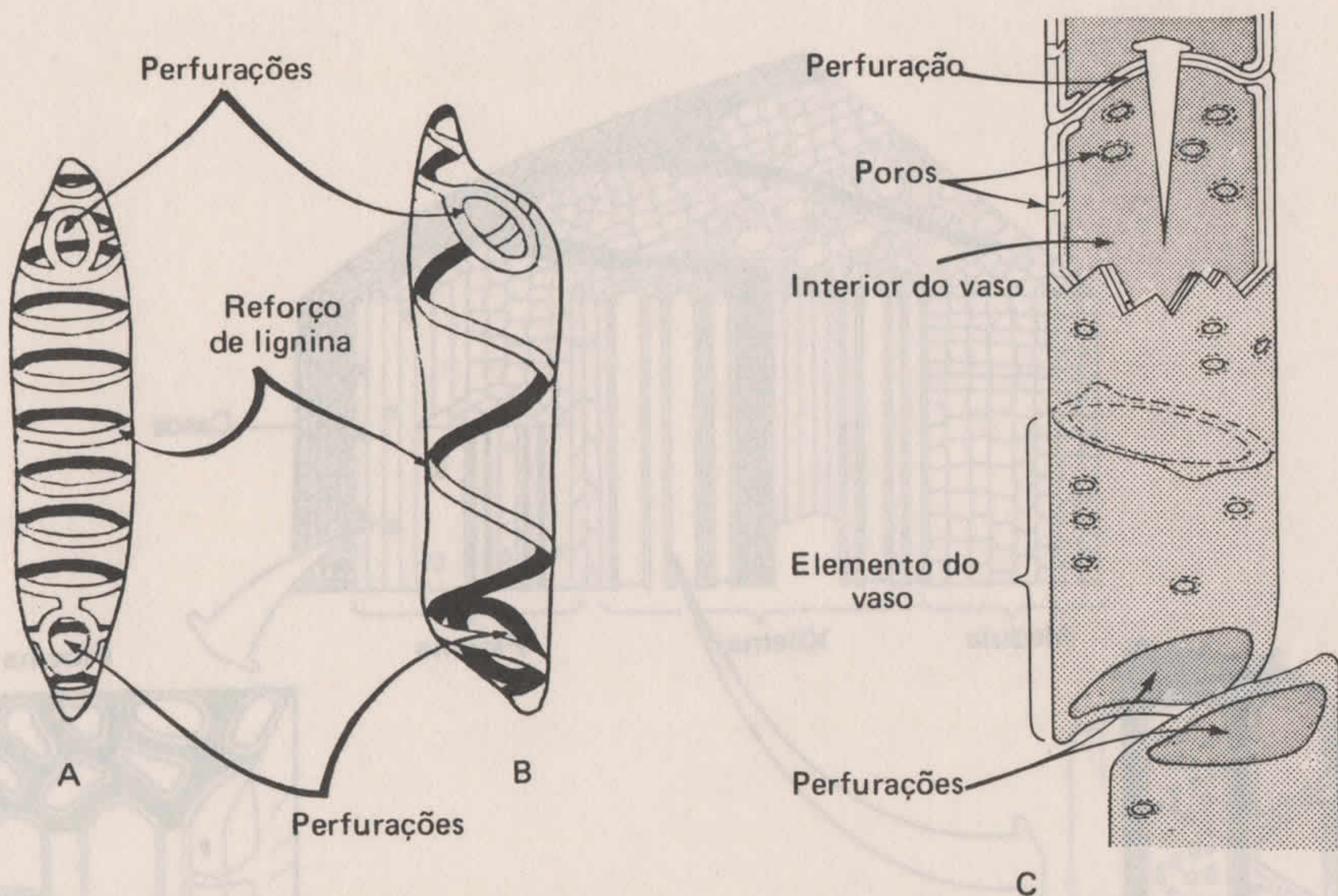


Fig. 8.28 — Elementos de vasos lenhosos. Em (A) elemento de vaso com reforço anelado; (B) com reforço espiralado; (C) esquema de um vaso lenhoso formado pela superposição de vários elementos de vasos, mostrando o caminho da seiva xilemática (figura C, Ray modificada).

Outro tipo de seiva é encontrada no vegetal, a **seiva elaborada**, constituída principalmente de água e substâncias orgânicas. A seiva elaborada, produzida nas partes verdes dos vegetais, é transportada para todo o vegetal pelo **floema**. O floema é constituído principalmente pelos **vasos liberianos**, que são células vivas, superpostas, cujas membranas transversais são perfuradas (placas crivadas), permitindo a continuidade entre os citoplasmas das células.

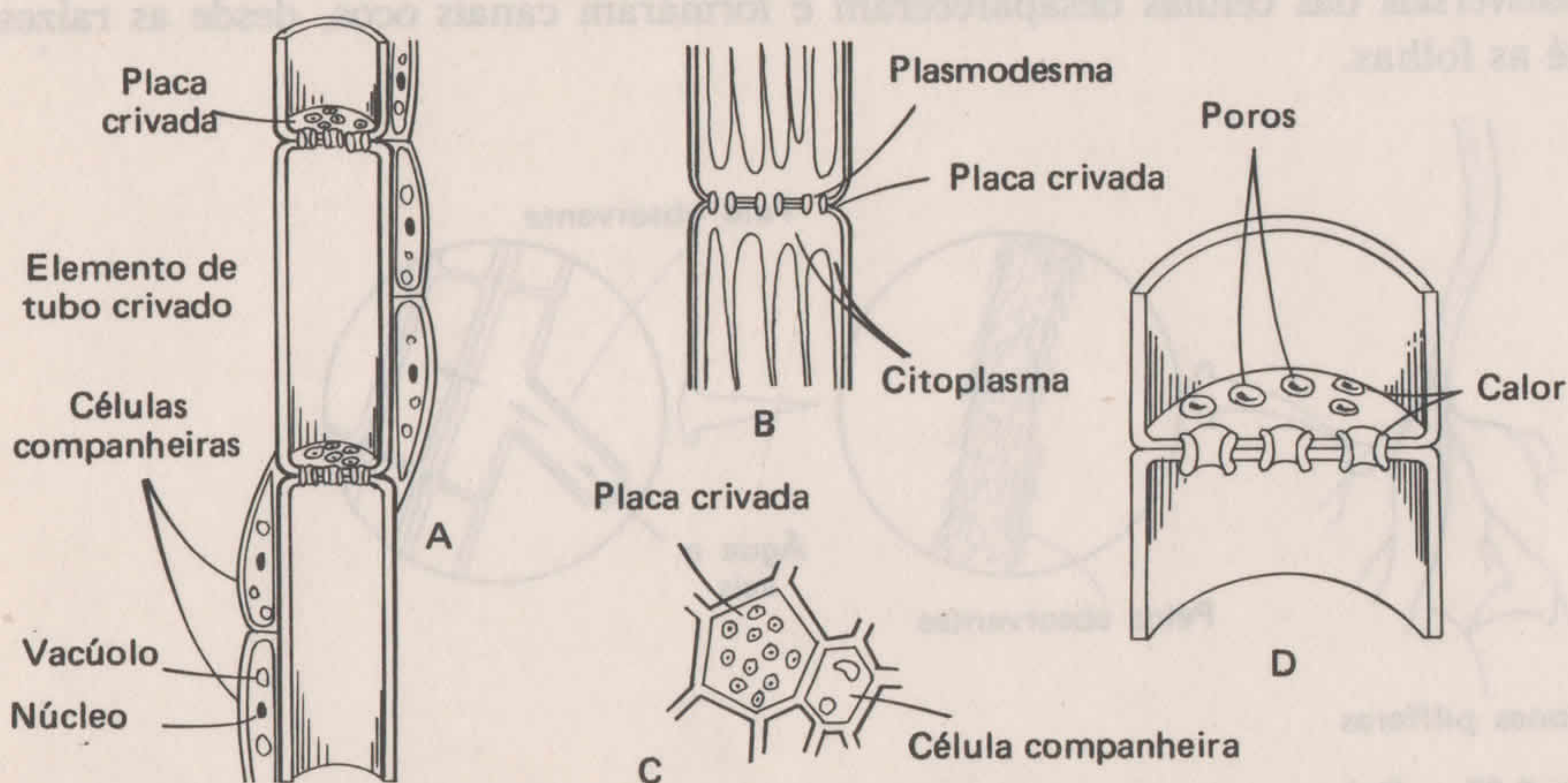


Fig. 8.29 — Elementos do floema.

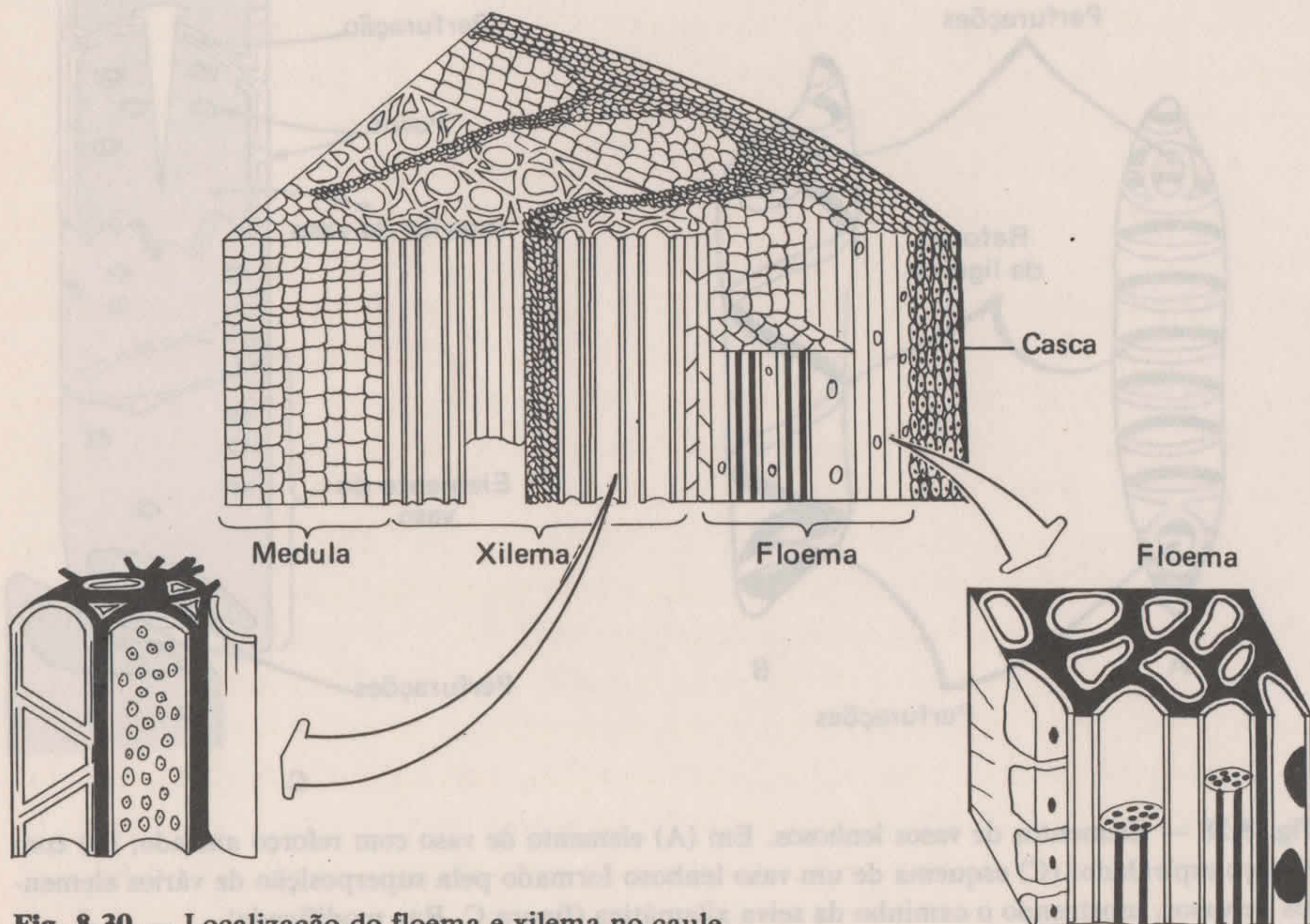


Fig. 8.30 — Localização do floema e xilema no caule.

1. Circulação da seiva bruta

Algumas hipóteses foram propostas para explicar a ascensão da seiva bruta.

A teoria mais aceita atualmente é a de Dixon, também chamada **teoria da coesão-tensão**, segundo a qual a água forma colunas contínuas da raiz às folhas no interior do xilema. A medida que ocorre transpiração foliar (através de aberturas nas superfícies das folhas, os **estômatos**), verifica-se uma tensão no interior dos vasos lenhosos. Esta tensão é uma “**força que puxa**” a água para cima. Como as moléculas de água são mantidas unidas por força de coesão, toda a coluna de água se move em direção às folhas.

2. Circulação da seiva elaborada

Este transporte, que pode exigir energia, não está bem explicado. A seiva flui das folhas para as raízes e lateralmente para as ramificações do caule.

XVII — REGULAÇÃO HORMONAL NOS VEGETAIS

Os hormônios vegetais mais conhecidos são os que controlam o crescimento e a floração das plantas superiores. Os vegetais não possuem órgãos especializados na produção hormonal. Os hormônios são elaborados em diferentes regiões dos vegetais, de onde se deslocam para outras partes.

Auxinas são hormônios vegetais (fitormônios) elaborados nas extremidades dos ramos, ou **gemas apicais**; daí se deslocam para outras partes dos vegetais onde provocam o crescimento celular. A primeira auxina isolada foi o **ácido indolilacético**, também conhecido como AIA. As auxinas são destruídas por ação da luz e isso explica o fato das plantas se inclinarem para o lado mais iluminado do local em que se encontram. As auxinas tanto podem estimular a divisão celular como facilitar o alongamento das células. O ápice do caule produz AIA que nele estimula o crescimento e, ao se deslocar pelo caule, inibe o desenvolvimento das gemas laterais. Tal fenômeno é chamado **dominância apical**. Quando se elimina a gema apical pela poda, notamos que as gemas laterais deixam de ser inibidas e se desenvolvem.

As auxinas têm efeitos diferentes no caule e na raiz, dependendo de sua concentração. Em baixas concentrações, estimulam o crescimento de raízes e não têm efeito no caule; em altas concentrações, estimulam o crescimento do caule e inibem o da raiz. A distribuição desigual entre as partes superior e inferior do AIA no caule é responsável pelo **geotropismo** que é o efeito da direção da gravidade no crescimento dos vegetais. Pode ser **positivo**, ocorrendo

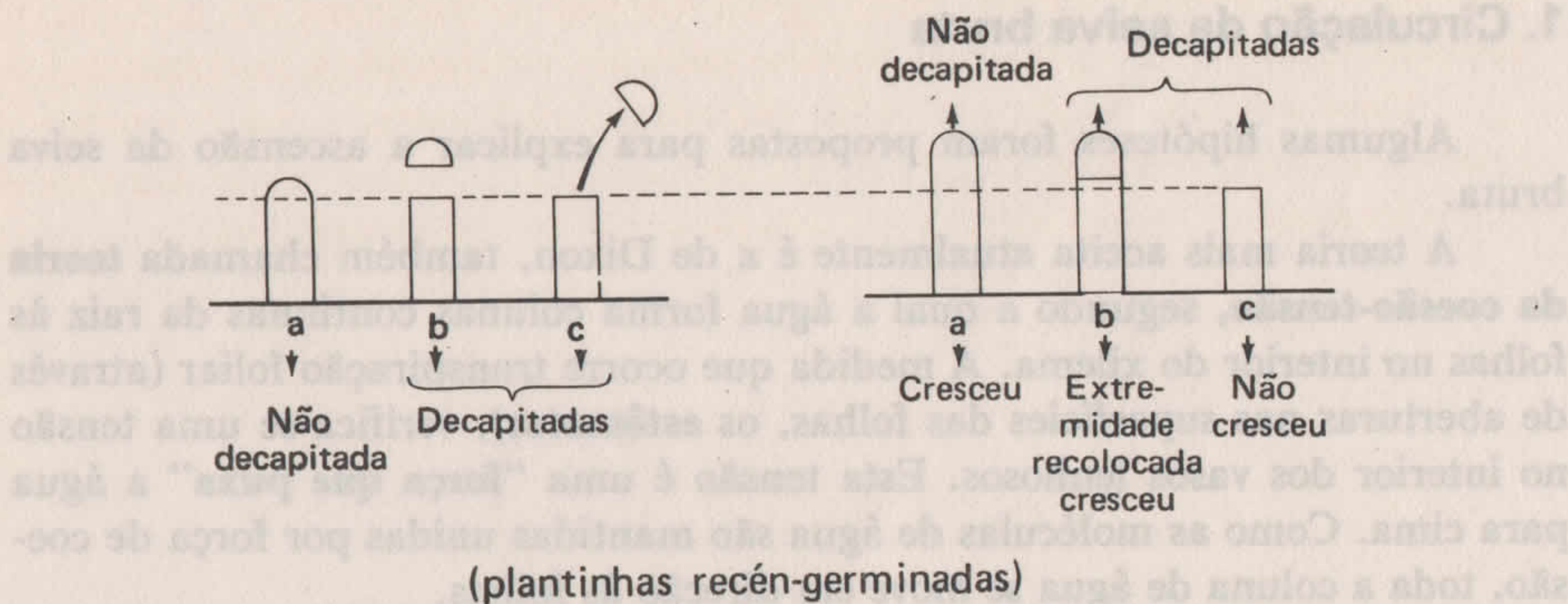


Fig. 8.31 — Coleoptiles de aveia.

no caule, que cresce para cima, ou **negativo**, ocorrendo na raiz, que se desenvolve para baixo.

Além das auxinas, existem as **giberelinas** (outro fitormônio) que induzem às florações, provocam germinação de sementes e aumentam o tamanho de certos frutos. A **citocinina** é um grupo de fitormônios que também estimulam as divisões celulares.

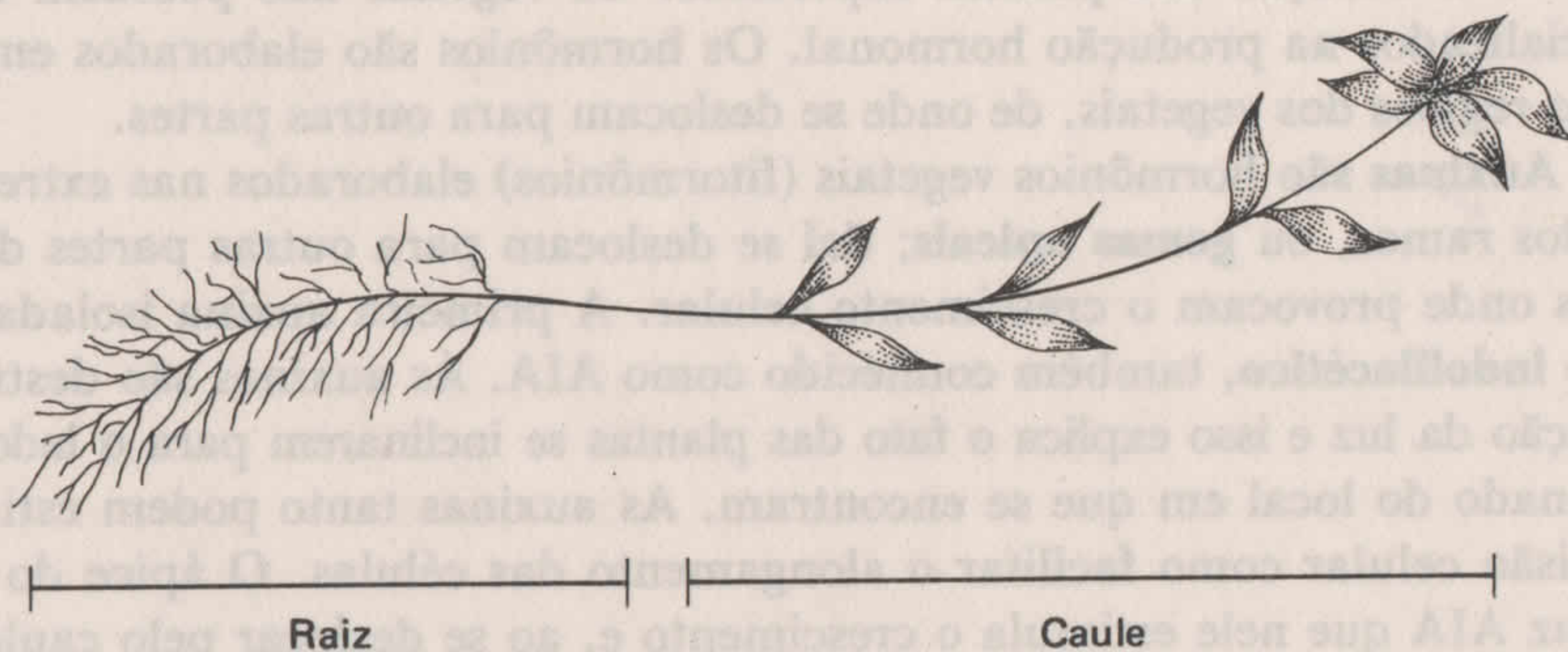


Fig. 8.32 — Geotropismo do caule e raiz.

XVIII — DESENVOLVIMENTO DOS VEGETAIS

Nas plantas superiores, o início de um novo organismo ocorre quando o núcleo espermático se une à oosfera. A célula assim formada dá origem ao

embrião. Ao mesmo tempo, outra fusão nuclear ocorre: dois núcleos polares fundem-se com outro gamético do tubo polínico, originando o endosperma.

Uma semente contém, além do embrião, o endosperma, que é o tecido de reserva, e os cotilédones, que também têm a função de reserva. As paredes do óvulo formam os envoltórios protetores da semente, os **tegumentos**.

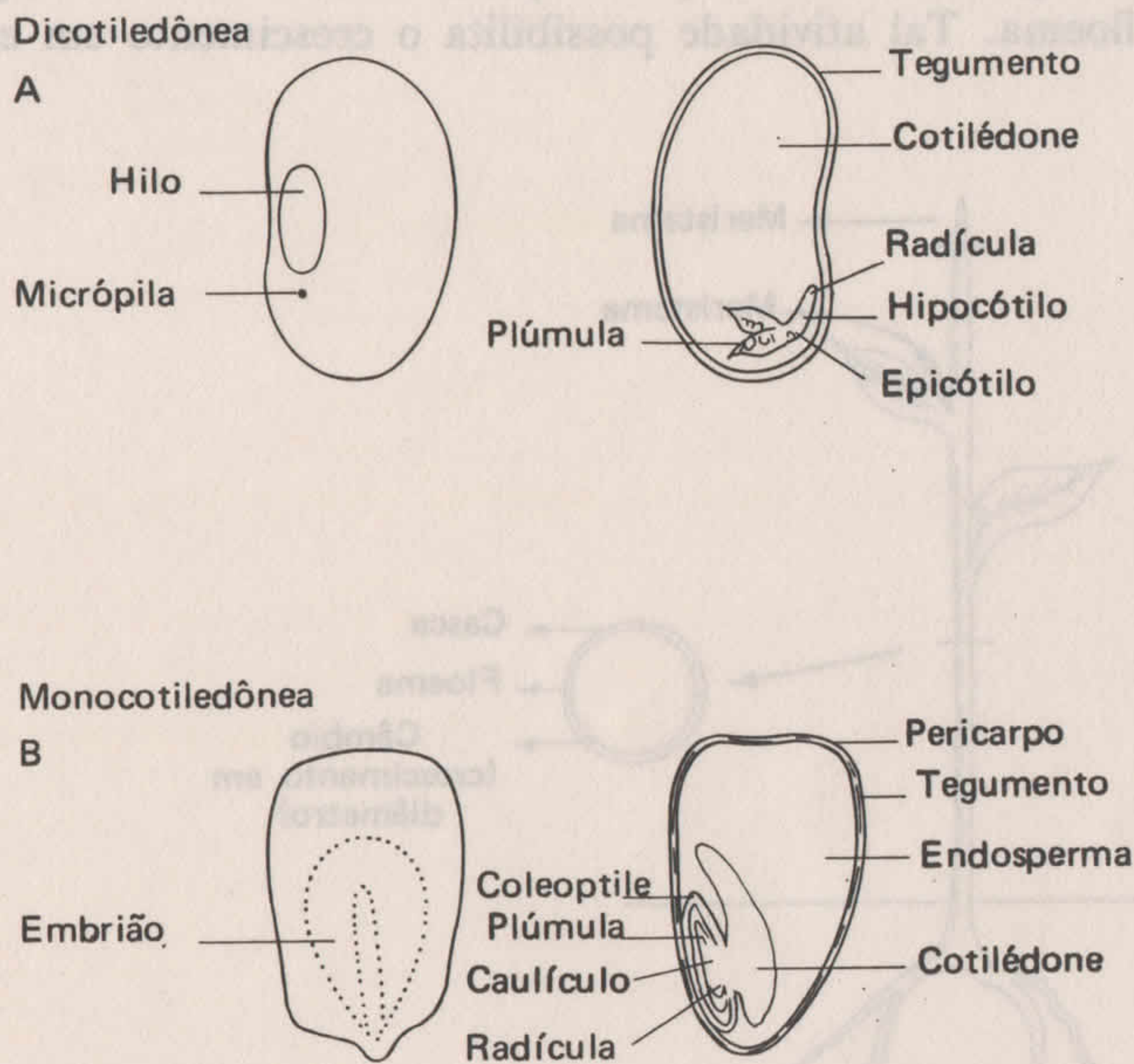


Fig. 8.33 — Estrutura das sementes; A — feijão (*Phaseolus vulgaris*); B — milho (*Zea mays*).

As três regiões do embrião são: **epicótilo** ou **gêmulos**, **hipocótilo** ou **caulículo** e **radícula**. Os cotilédones acham-se inseridos entre o caulículo e a radícula.

Muitas sementes passam por um período de repouso, a dormência, e, ao saírem desse estado, iniciam a germinação.

Antes de germinar, a semente absorve bastante água e aumenta de volume, permitindo a difusão das reservas até o embrião. Além da umidade, a germinação ocorre somente em temperaturas adequadas e com bom suprimento do oxigênio.

Os embriões das plantas desenvolvem primeiro os tecidos de crescimento, chamados **meristemas primários**, que dão origem a todos os outros tecidos especializados dos vegetais. Mesmo depois da diferenciação e do crescimento

dos vegetais, os meristemas permanecem em vários pontos, permitindo um posterior desenvolvimento. Um tipo importante de meristema é encontrado nas extremidades das raízes e dos caules dormentes que permitem o crescimento em extensão. Outro tipo importante é encontrado nos caules de muitas plantas que permitem o crescimento em espessura, o **câmbio** (câmbio não existe em monocotiledôneas).

O câmbio produz o xilema para a parte interna do caule e, para a parte externa, o floema. Tal atividade possibilita o crescimento em espessura do caule.

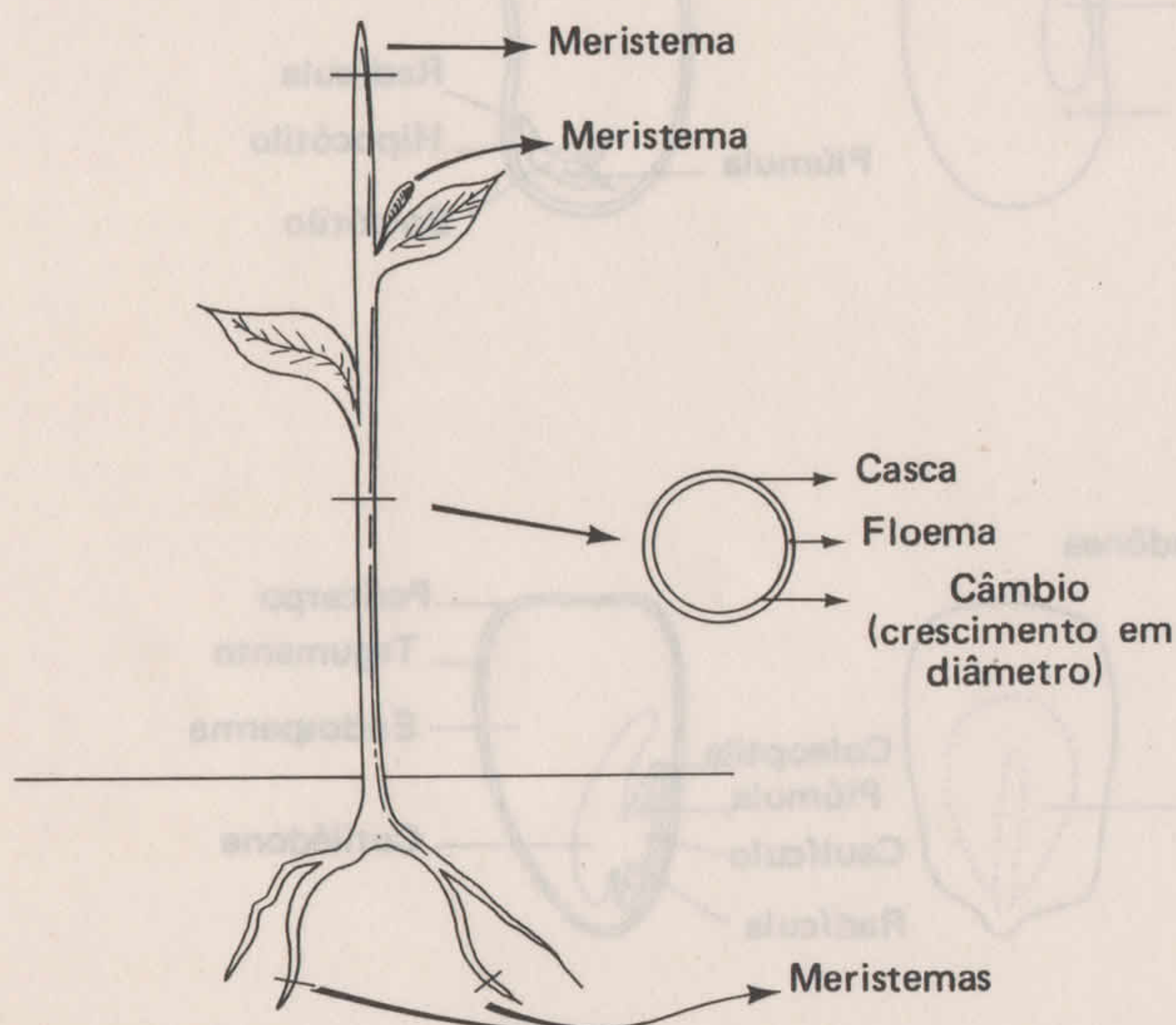


Fig. 8.34 — Localização dos tecidos de crescimento.

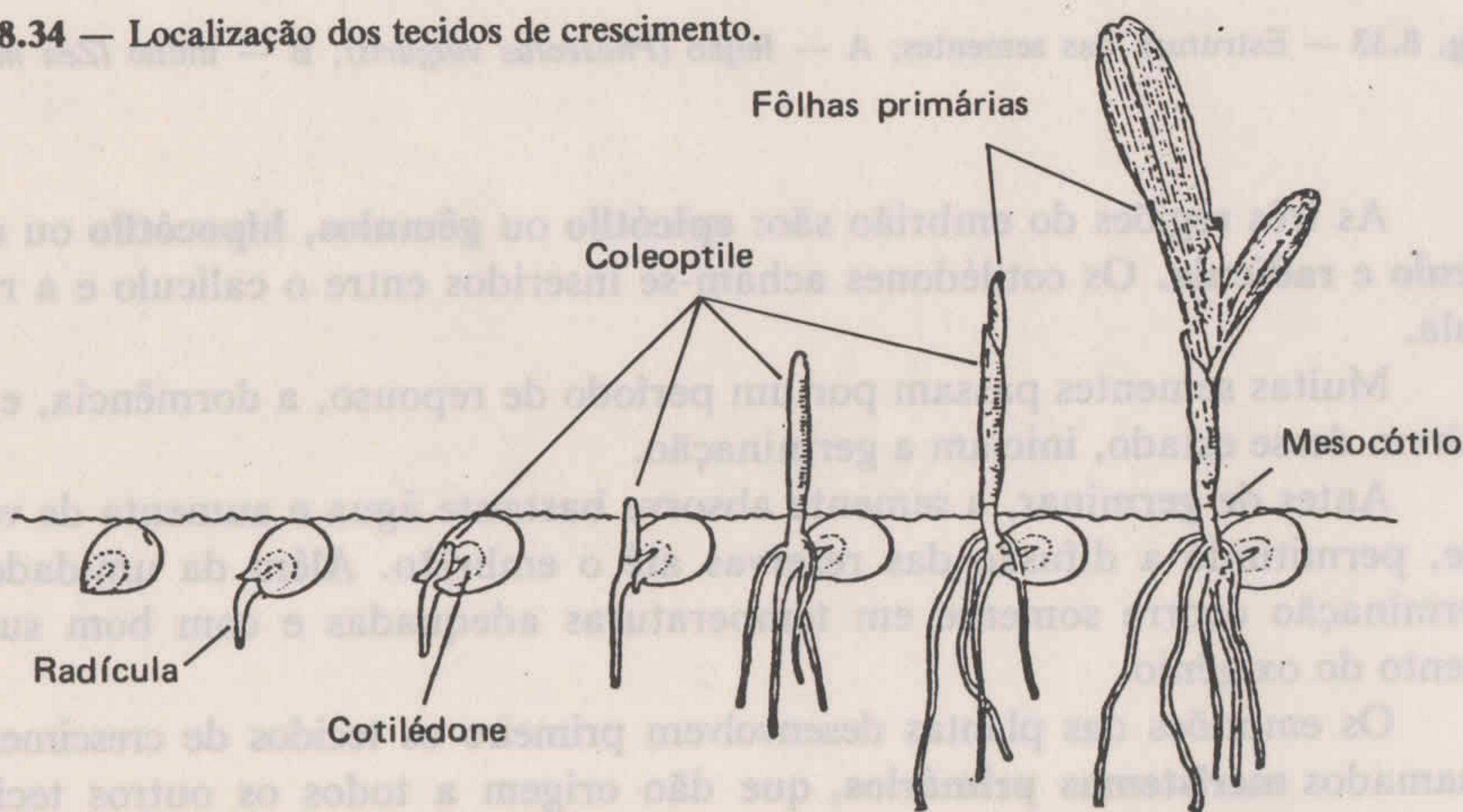


Fig. 8.35 — Germinação e fases iniciais do desenvolvimento de uma planta de milho.

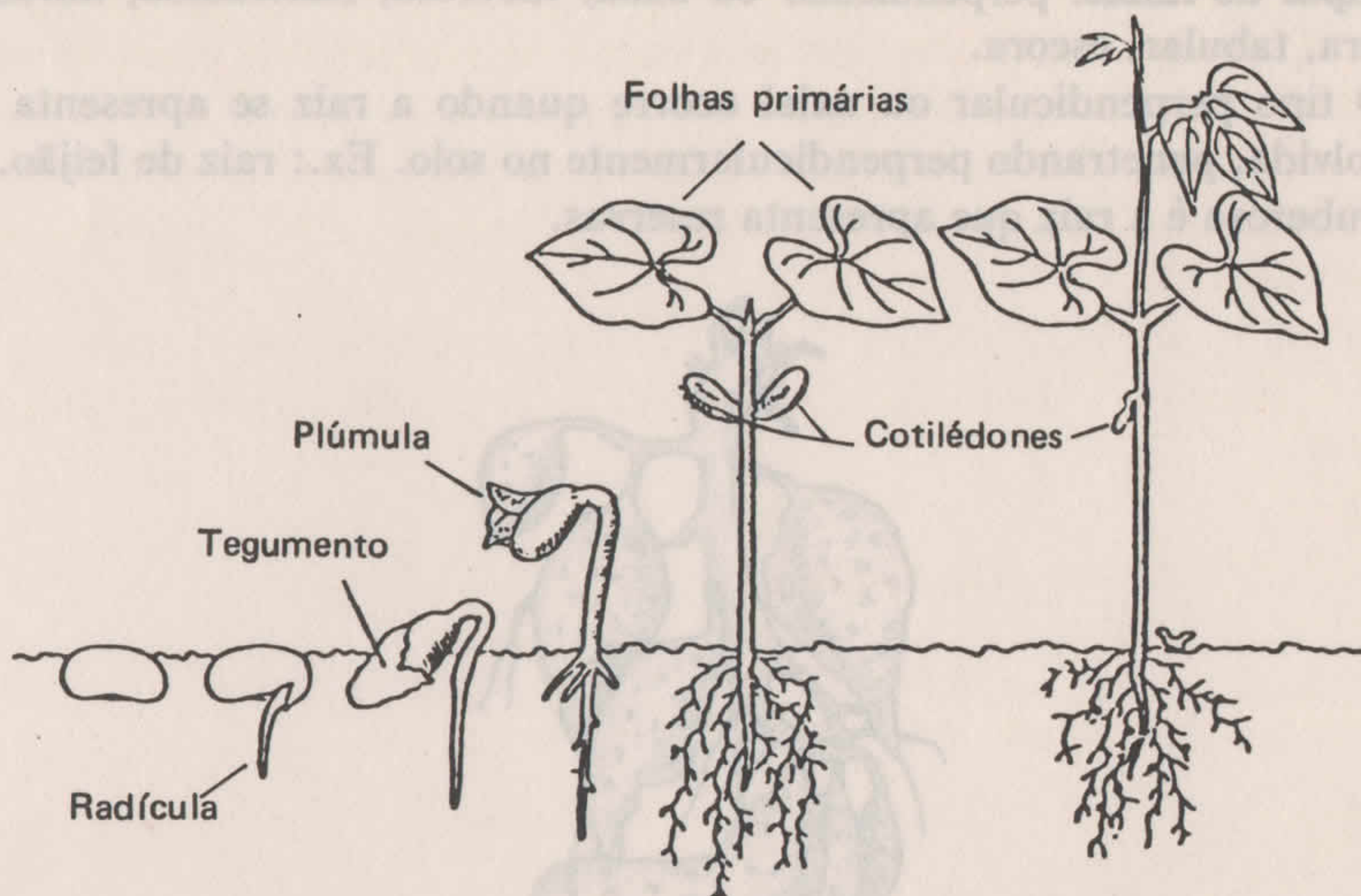


Fig. 8.36 — Germinação e fases iniciais do desenvolvimento de uma planta de feijão.

XIX — RAIZ

É a parte do vegetal destinada à sua fixação e à absorção de água e sais minerais. Origina-se da radícula do embrião.

Regiões da raiz: coifa, zona de crescimento, zona pilífera e zona de ramificação. A região de transição entre raiz e caule recebe o nome de **nó vital** e origina-se do caulículo.

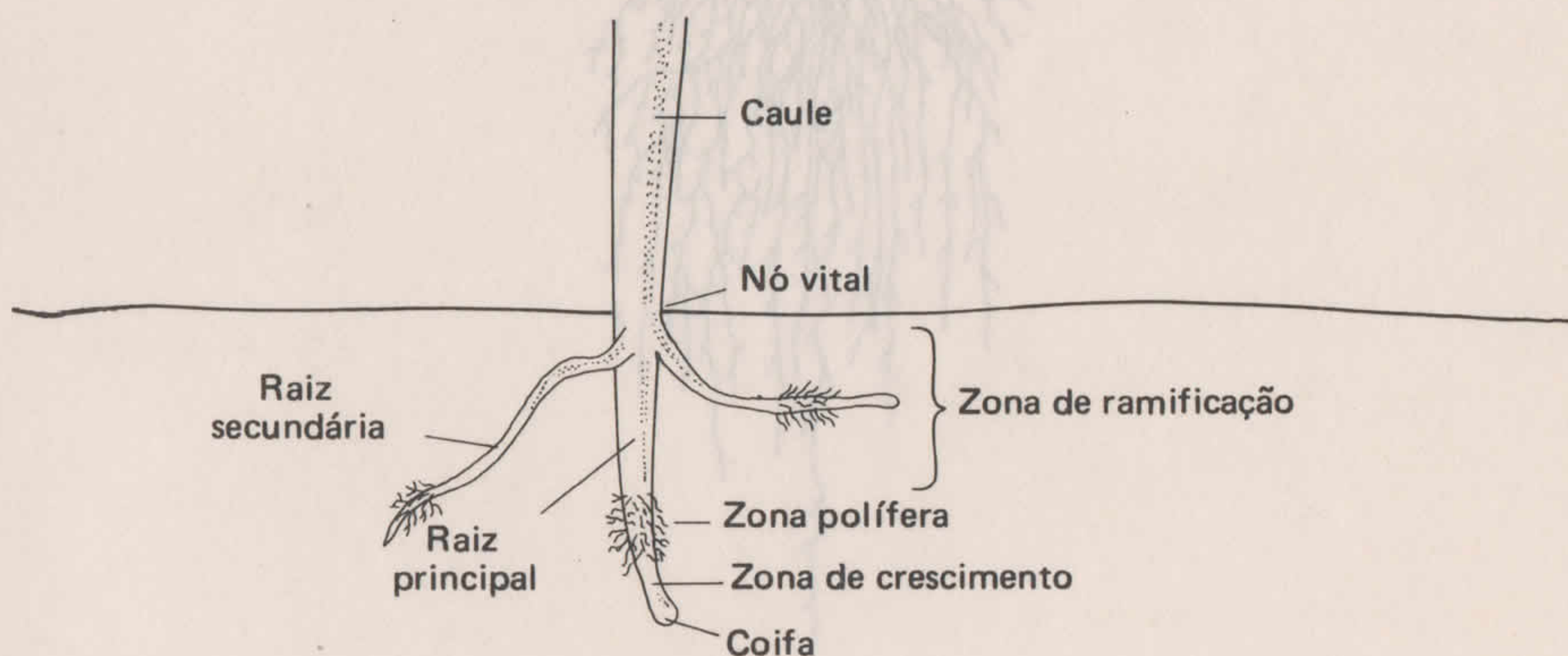


Fig. 8.37 — Regiões da raiz (raiz axial).

Tipos de raízes: perpendicular ou axial, tuberosa, fasciculada, adventícia, sugadora, tabular, escora.

O tipo perpendicular ou axial ocorre quando a raiz se apresenta bem desenvolvida, penetrando perpendicularmente no solo. Ex.: raiz de feijão.

Tuberosa é a raiz que apresenta reservas.

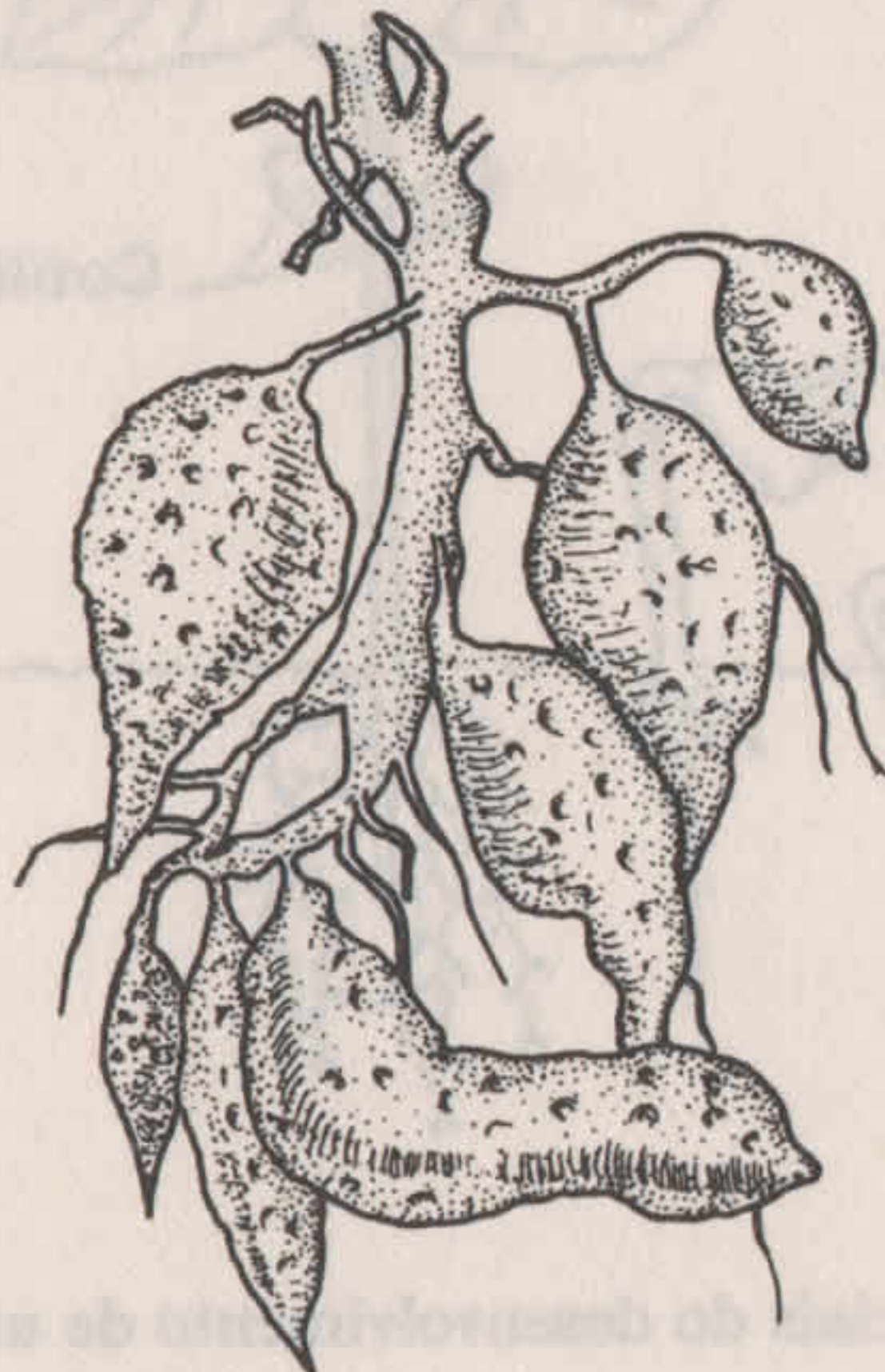


Fig. 8.38 — Raiz tuberosa de batata-doce.

Fasciculada é o tipo de raiz em que a principal pouco se desenvolve e o conjunto apresenta um aspecto de cabeleira.

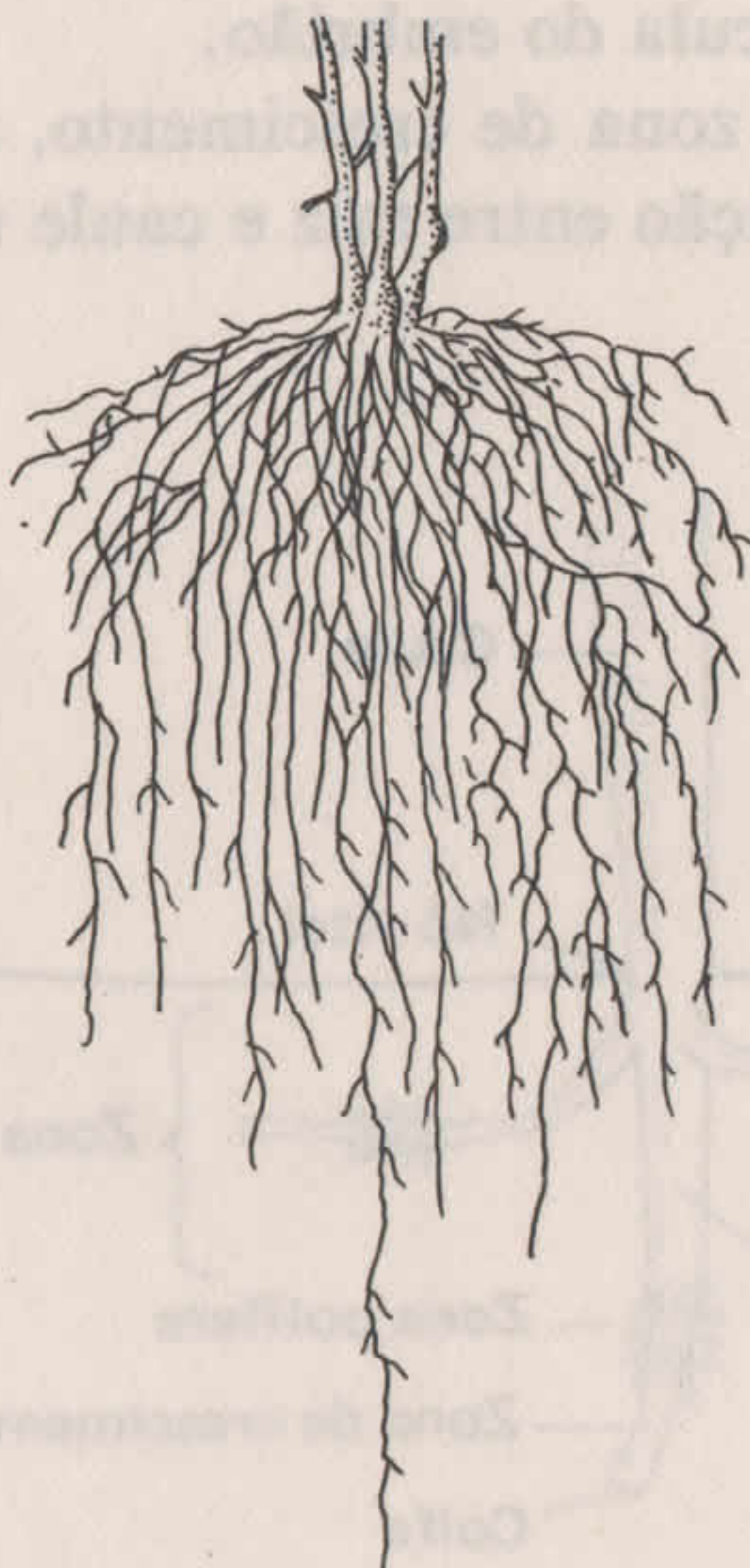


Fig. 8.39 — Raiz fasciculada de uma monocotiledônea.

Adventícia é a raiz que nasce do caule ou mesmo de folhas. Ex.: hera (que se fixa sobre muros), milho etc.



Fig. 8.40 — Raízes adventícias do milho.

Escora é a raiz que aumenta a área de apoio, ocorrendo em vegetais de regiões pantanosas e de mangue.

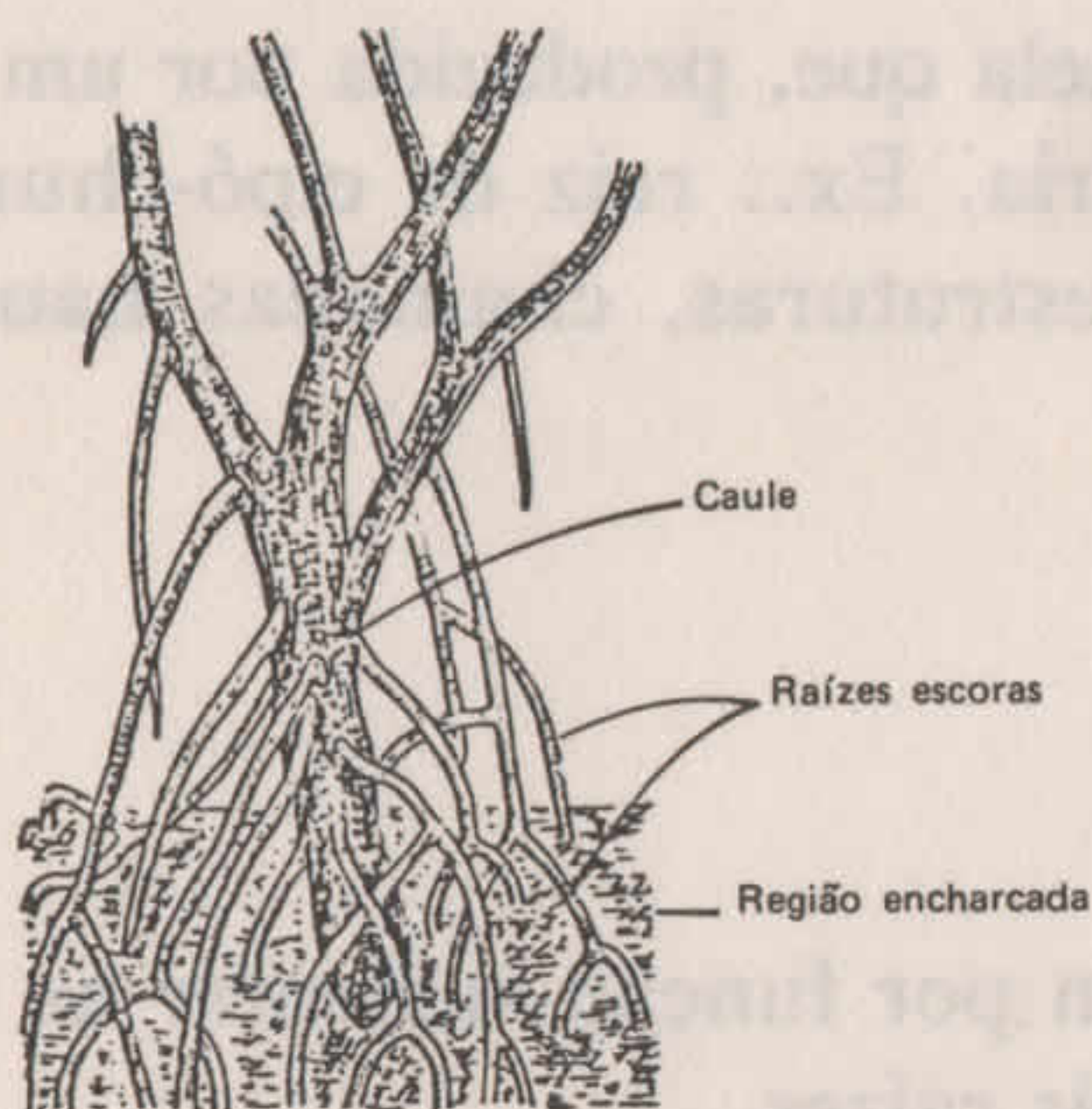


Fig. 8.41 — Raízes escoras.

Pneumatóforos: são raízes respiratórias de vegetais de regiões pouco arejadas, como mangues ou pântanos.

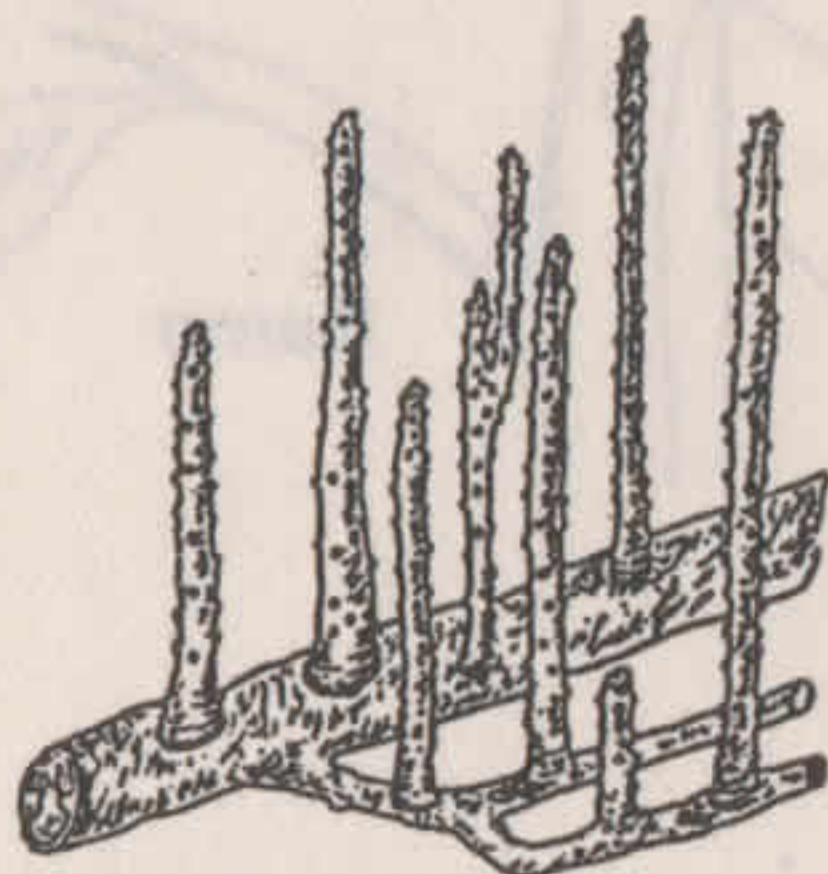


Fig. 8.42 — Pneumatóforos

Raízes tabulares são raízes expostas ao ambiente aéreo, encontradas em vegetais de grande porte; estas raízes assemelham-se a “tábuas”.

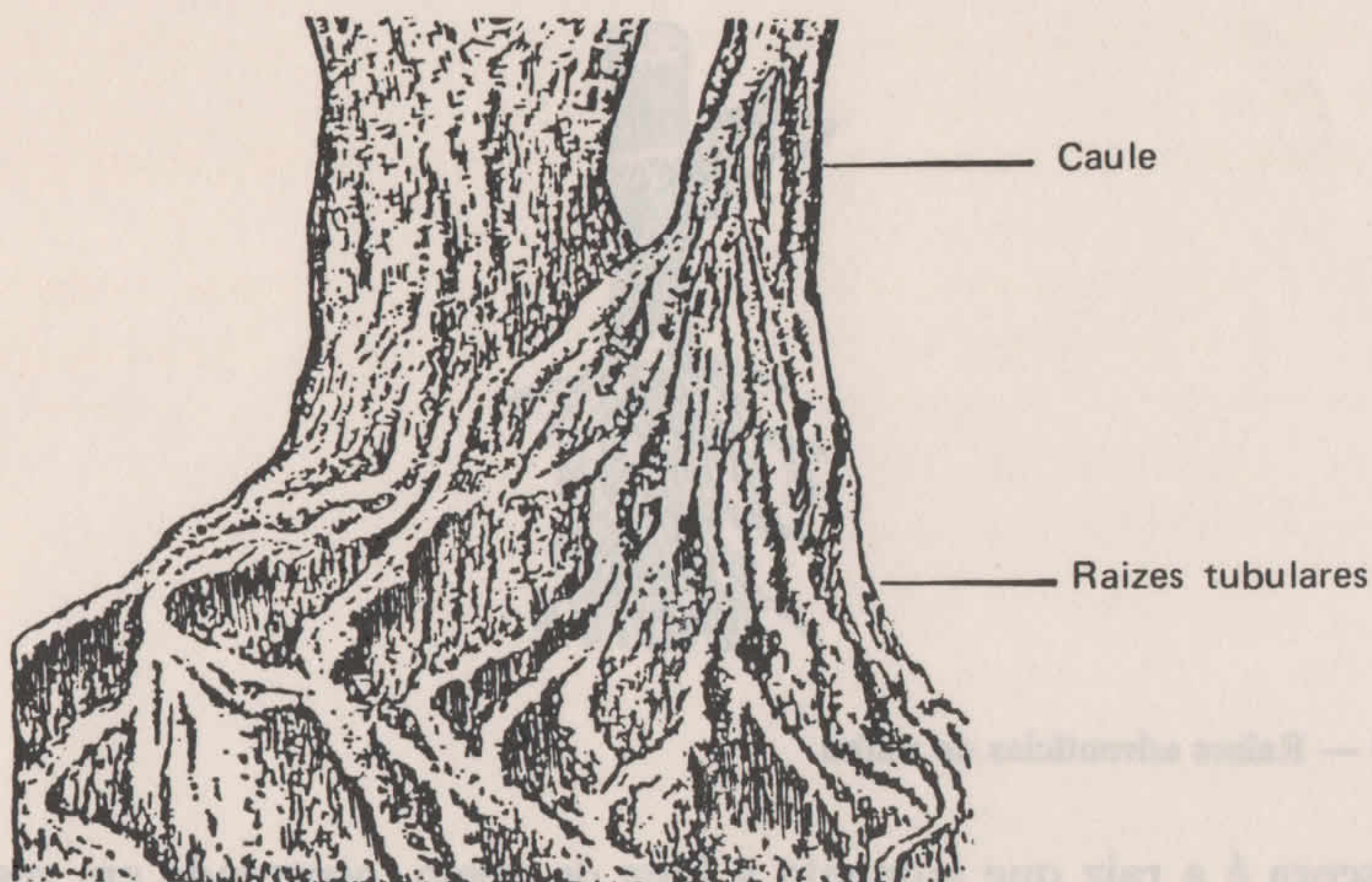


Fig. 8.43 — Raízes tabulares.

Raiz sugadora é aquela que, produzida por um vegetal, penetra em outro, retirando a seiva necessária. Ex.: raiz de cipó-chumbo e erva-de-passarinho. A raiz sugadora forma estruturas, chamadas **haustórios**, que penetram no caule.

XX — CAULE

É um órgão que tem por função sustentar as folhas e, através dos sistemas condutores, ligá-las às raízes.

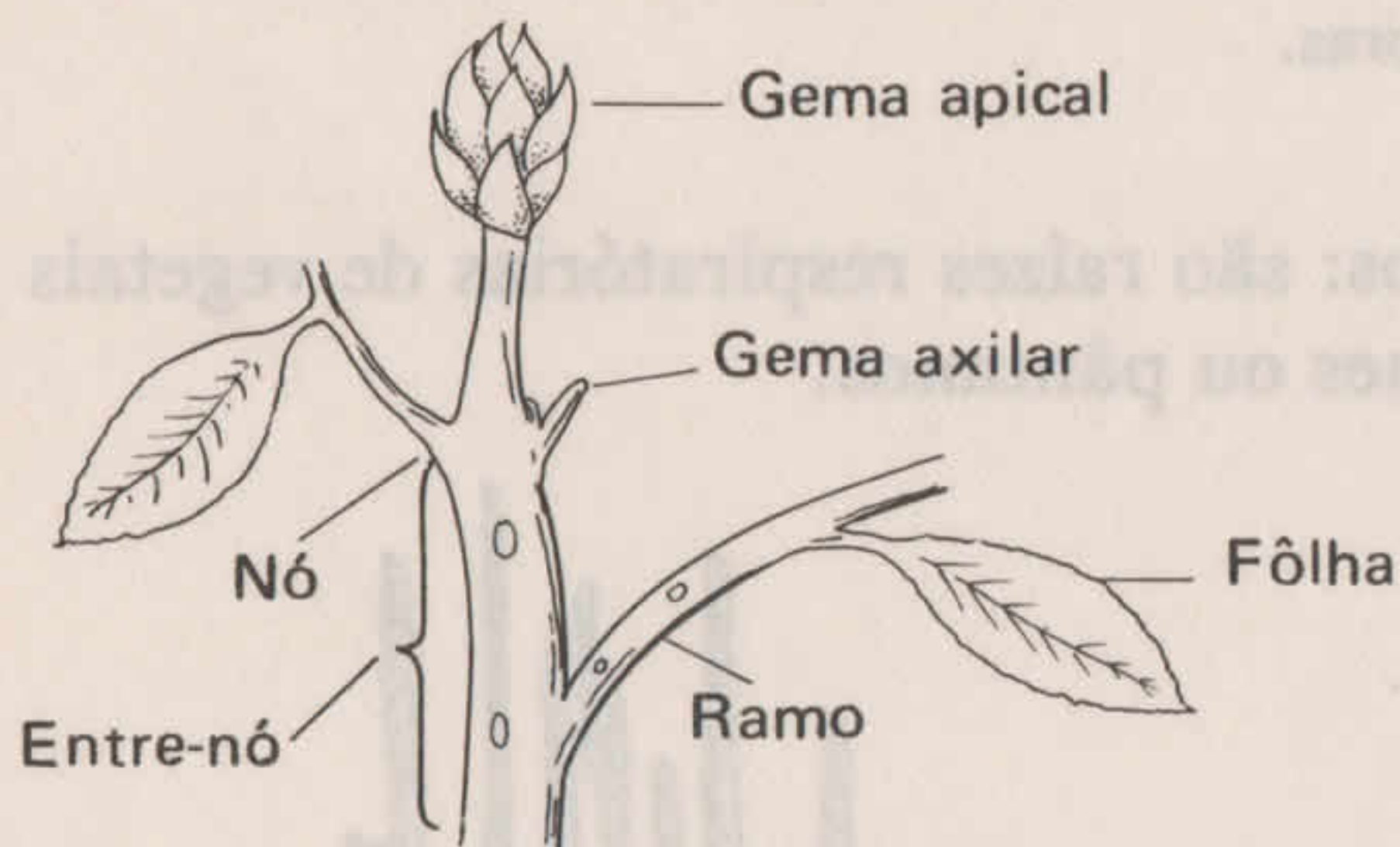


Fig. 8.44 — Regiões do caule.

Os caules, segundo o meio em que se encontram, são classificados em: aéreos, subterrâneos e aquáticos.

1. Aéreos

Encontram-se em contato direto com o ar atmosférico.

Dentre os caules aéreos, temos os seguintes tipos: **eretos, rastejantes e trepadores.**

Eretos são aqueles que se desenvolvem verticalmente. Entre eles estão os tipos:

- *tronco*: mais ou menos cilíndrico, resistente, ramificado, podendo atingir grandes alturas. Ex.: mangueira, abacateiro, laranjeira etc.
- *haste*: pequeno, pouco resistente. Ex.: caule da couve, do feijão etc.
- *estipe*: cilíndrico, sem ramificações. Ex.: caule da palmeira.
- *colmo*: cilíndrico, apresentando, de espaço em espaço, nós bastante nítidos. Os colmos podem ser ocos (ex.: bambu) ou cheios (ex.: cana-de-açúcar).

Rastejantes são caules que crescem horizontalmente sobre a superfície do solo, sendo pouco resistentes. De espaço em espaço podem apresentar raízes adventícias. Ex.: morangueiro, aboboreira etc.

Trepadores são os caules das plantas conhecidas como trepadeiras. Podem ser:

- *sarmentosos*: apresentam elementos de fixação como, por exemplo, as raízes adventícias. Ex.: hera, cipó etc.
- *volúveis*: enrolam-se num suporte. Ex.: ervilha, feijão etc.

2. Subterrâneos

Localizam-se sob o solo. Entre eles estão: **rizomas, tubérculos e bulbos.**

Rizomas são caules que se desenvolvem sob a superfície do solo, horizontalmente, produzindo, de espaço em espaço, raízes e elementos aéreos. Ex.: banana etc.

Tubérculos são caules subterrâneos que armazenam substâncias nutritivas. Ex.: batatinha etc. Uma maneira de se distinguir raiz de caule subterrâneo está na presença de gemas nos caules (“olhos”), que não são encontradas na raiz.

Bulbos são caules envolvidos por um conjunto de folhas dispostas umas sobre as outras. Ex.: cebola.

3. Aquáticos

São capazes de absorver a água através da epiderme.

Apresentam modificações a fim de se adaptarem a uma determinada circunstância. Entre os tipos de caules aquáticos estão: **gavinhas**, **espinhos** e **cladódios**.

Gavinhas são ramos modificados para a fixação. Ex.: videira.

Espinhos são ramos endurecidos e pontiagudos. Ex.: laranjeira. Os espinhos estão fortemente ligados ao caule, ao contrário dos **acúleos** que são facilmente destacáveis. Ex.: **roseira**.

Cladódios são caules compridos que assumem a função e o aspecto das folhas quando estas faltam. Ex.: figo-da-índia.

XXI — FOLHA

É uma expansão de grande superfície do caule, dotada de clorofila.

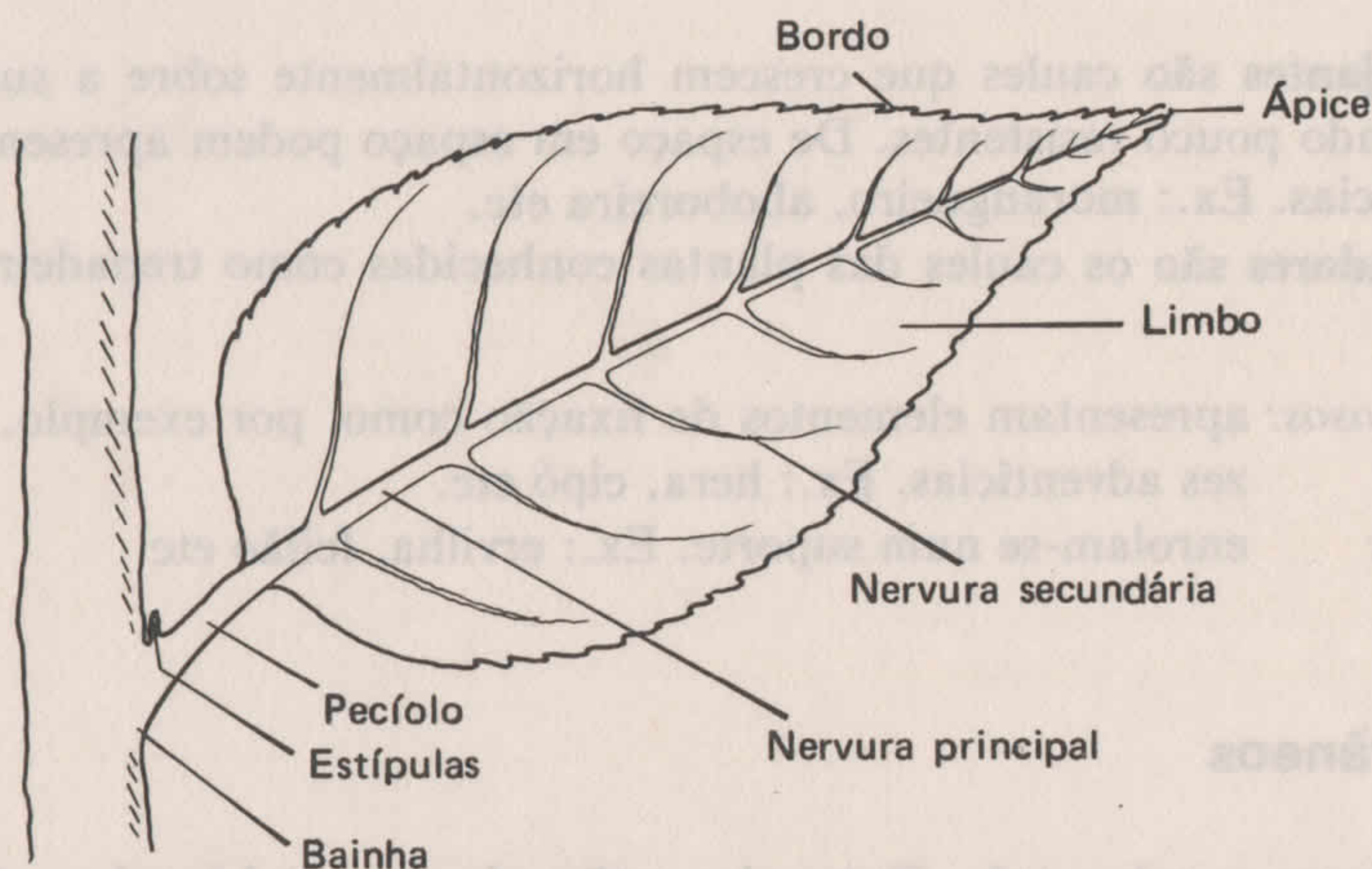


Fig. 8.45 — Partes de uma folha completa.

Uma folha é chamada completa quando possui bainha, pecíolo e limbo. A falta de uma ou mais destas estruturas torna a folha incompleta.

Estrutura da folha: a folha é uma estrutura vegetal muito adaptada à realização da fotossíntese.

Observando uma folha em corte transversal, notamos:

- Tanto a face superior como a inferior encontram-se recobertas por uma camada de células que não possuem clorofila. Esta camada, que recebe o nome de epiderme, encontra-se revestida por uma substância impermeabilizante que forma a cutícula. A principal função da epiderme é restringir a evaporação através da folha.
- Na epiderme inferior, encontramos os **estômatos**, formados por duas células com formato de rins e com as superfícies côncavas voltadas para si (células

guardas). São células modificadas da epiderme que possuem clorofila. Estas células reniformes deixam entre si uma abertura, chamada ostíolo, que permite a comunicação da parte interna da folha com o ambiente externo. Através da abertura e fechamento dos estômatos, a folha controla a transpiração, permitindo a difusão de O_2 e CO_2 do interior da folha para o exterior e vice-versa.

Como regra geral, podemos ter:

O estômato se abre quando as células guardas recebem água em grande quantidade e se fecha quando perdem muita água por evaporação.

Os movimentos de abertura e fechamento dos estômatos estão sujeitos à quantidade de água à disposição do vegetal. Tal mecanismo recebe o nome de **hidroativo**.

- c) Logo abaixo da epiderme superior, encontramos uma ou mais camadas de células prismáticas, com grande quantidade de cloroplastos. A este conjunto de células denominamos **parênquima paliádico**.
- d) Acima da epiderme inferior, encontramos o **parênquima lacunoso**, formado de células que deixam entre si lacunas e que possuem grande quantidade de cloroplastos. Estas lacunas permitem uma circulação de gases no interior da folha.
- e) Em diversas regiões, encontramos as nervuras, estruturas formadas pelos feixes de vasos lenhosos e vasos liberianos.

Parênquima é o tecido de “enchimento de espaços vazios” do vegetal.

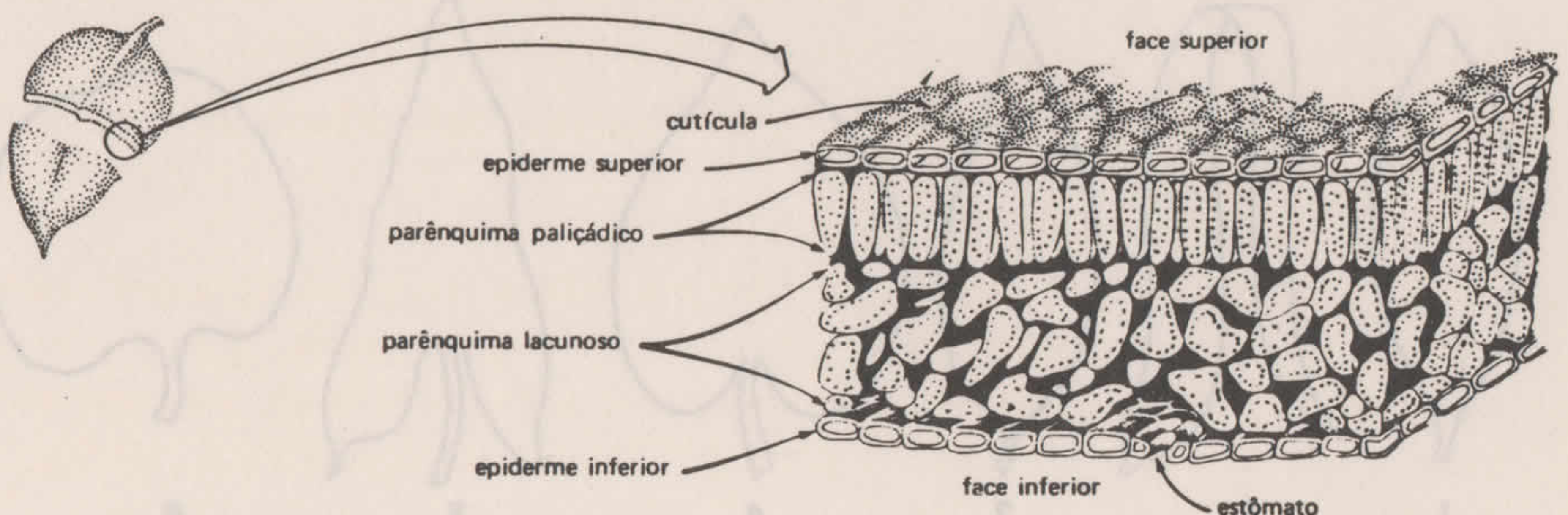


Fig. 8.46 — Aspecto tridimensional de um corte transversal de folha.

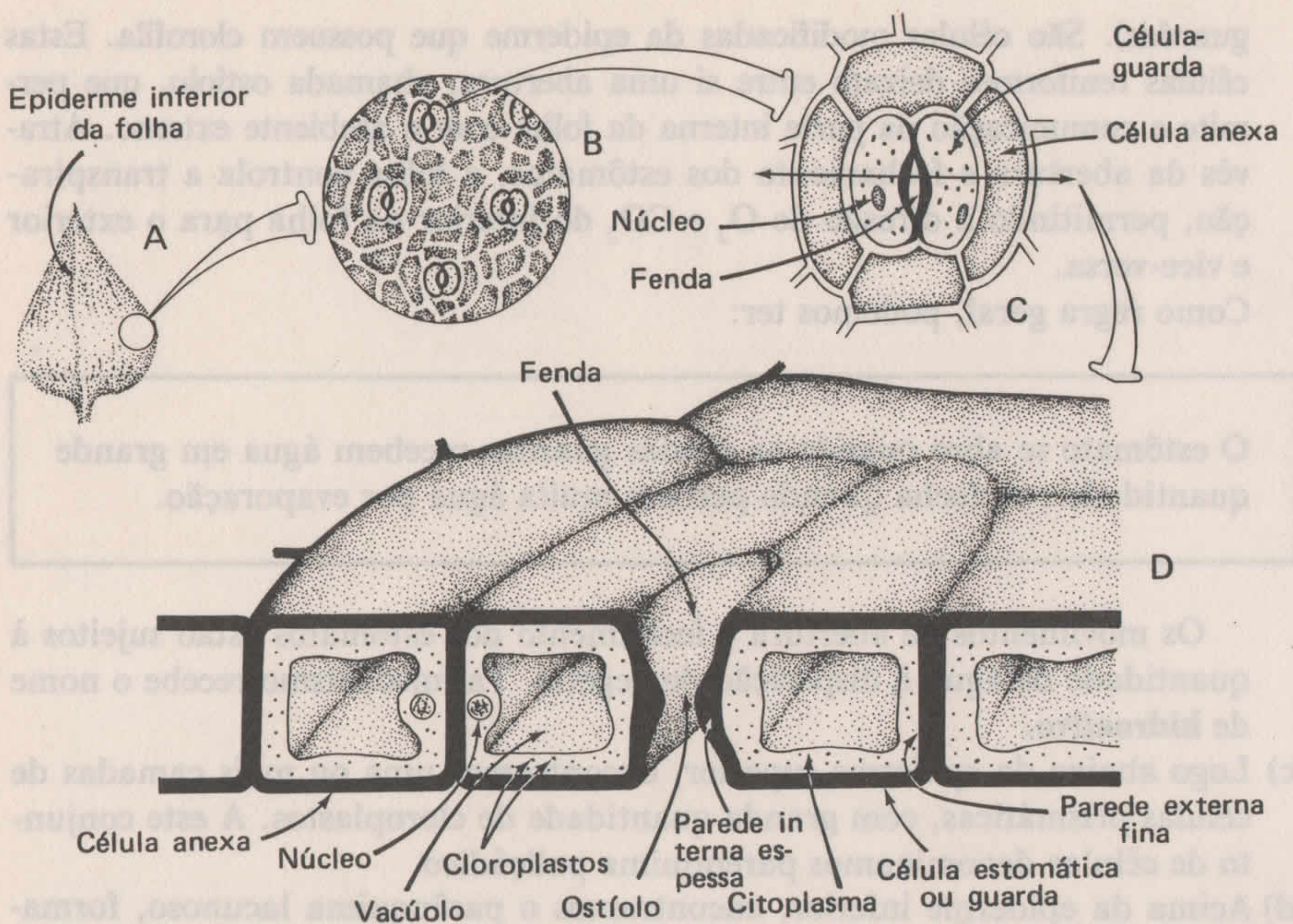


Fig. 8.47 — Estômatos — (a) face inferior de uma folha; (b) face interior ampliada mostrando os estômatos; note que as únicas células epidérmicas que contém cloroplastos são as estomáticas; (c) estômato em vista frontal, muito ampliado; note que as paredes das células estomáticas voltadas para a fenda são muito espessas; (d) aspecto tridimensional de um estômato em corte transversal que passa pela fenda.

Tipos de folhas incompletas:

Invaginante é a folha que não possui o pecíolo. Ex.: milho.

Séssil é a folha em que faltam o pecíolo e a bainha. Ex.: goivo, fumo.

Filódio é a folha que não possui o limbo. Ex.: acácia.

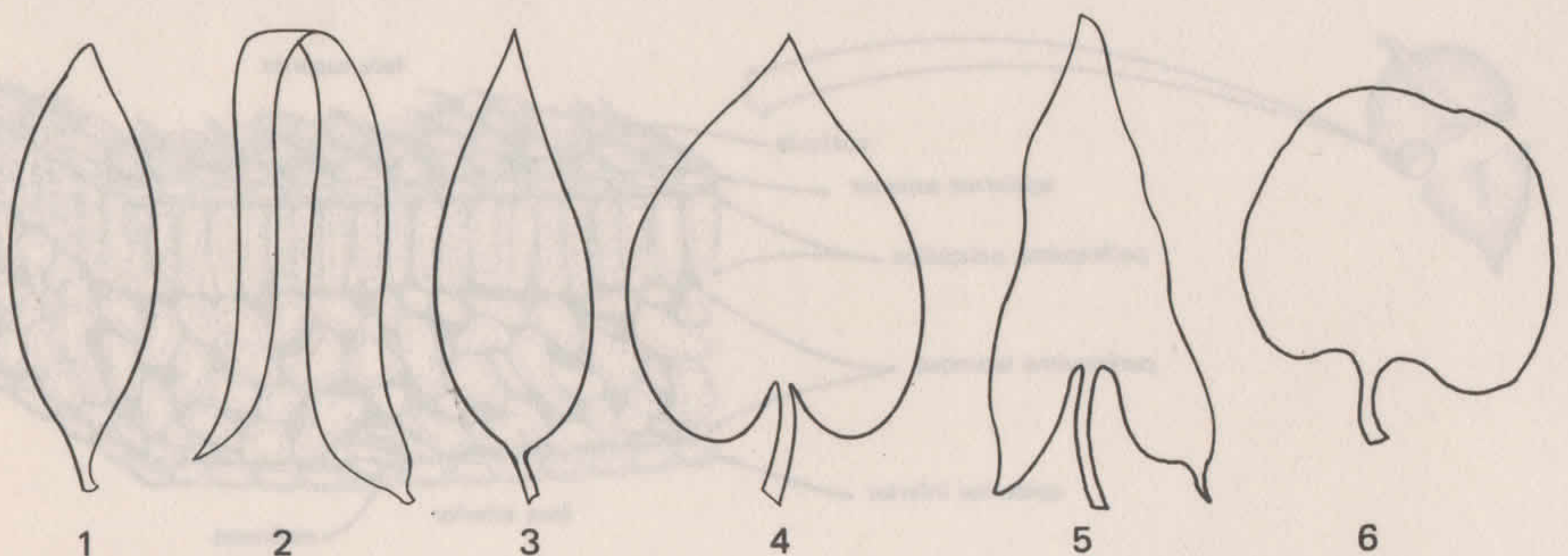


Fig. 8.48 — Forma das folhas 1 — elíptica; 2 — alongada (monocotiledôneas); 3 — lanceolada; 4 — cordiforme; 5 — sagitiforme; 6 — reniforme.

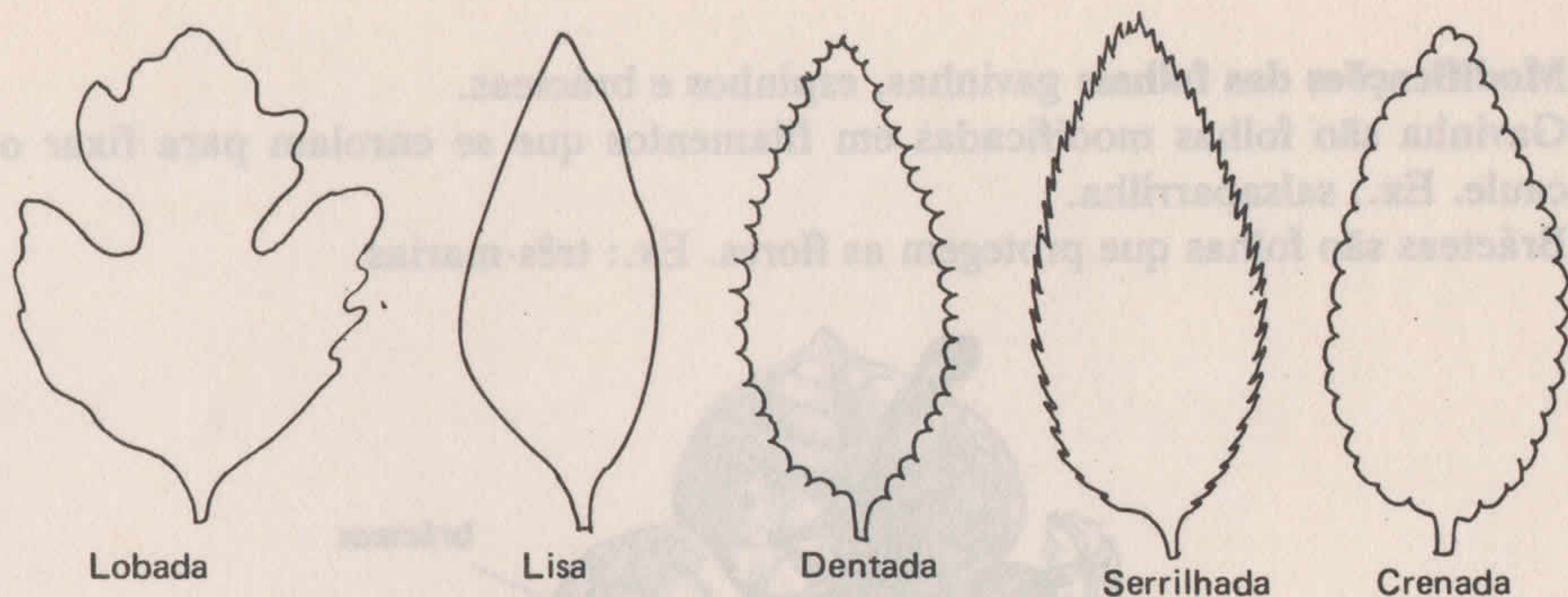


Fig. 8.49 — Classificação das folhas quanto ao bordo.

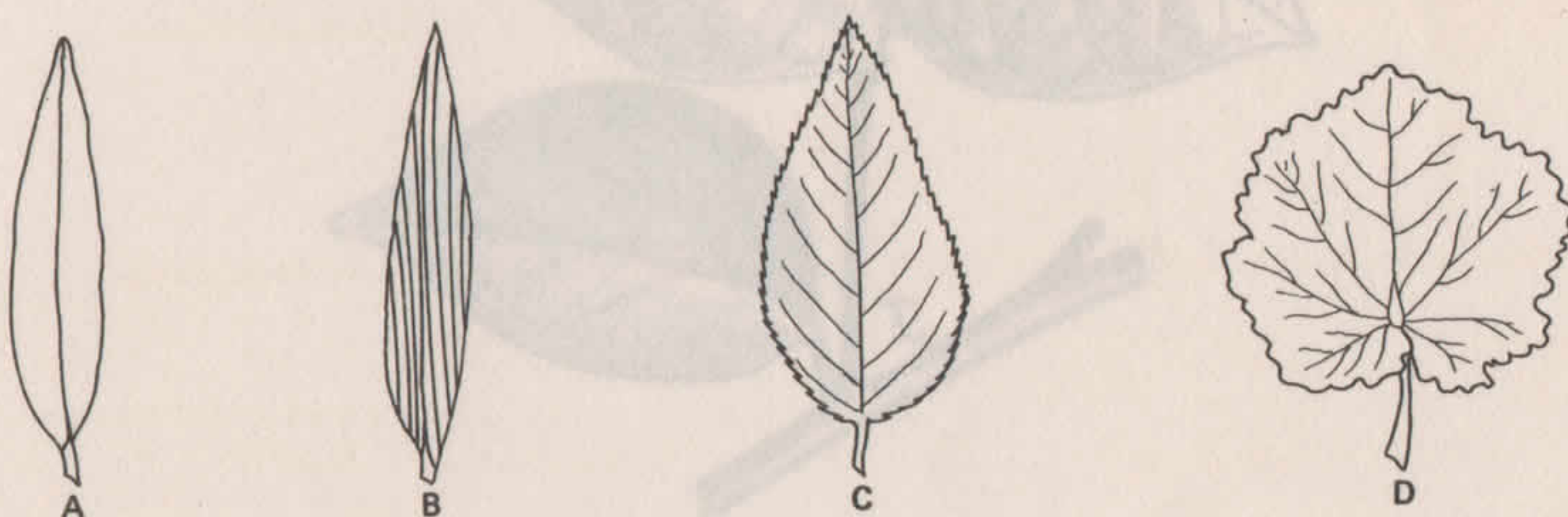


Fig. 8.50 — A — folha uninérvea; B — folha paralelinérvea; C — folha peninérvea; D — folha palminérvea.

Quanto ao pecíolo, uma folha pode ser:

Folha simples: aquela em que o pecíolo **não** se ramifica.

Folha composta: aquela em que o pecíolo se ramifica, sendo ela subdividida em **folíolos**.

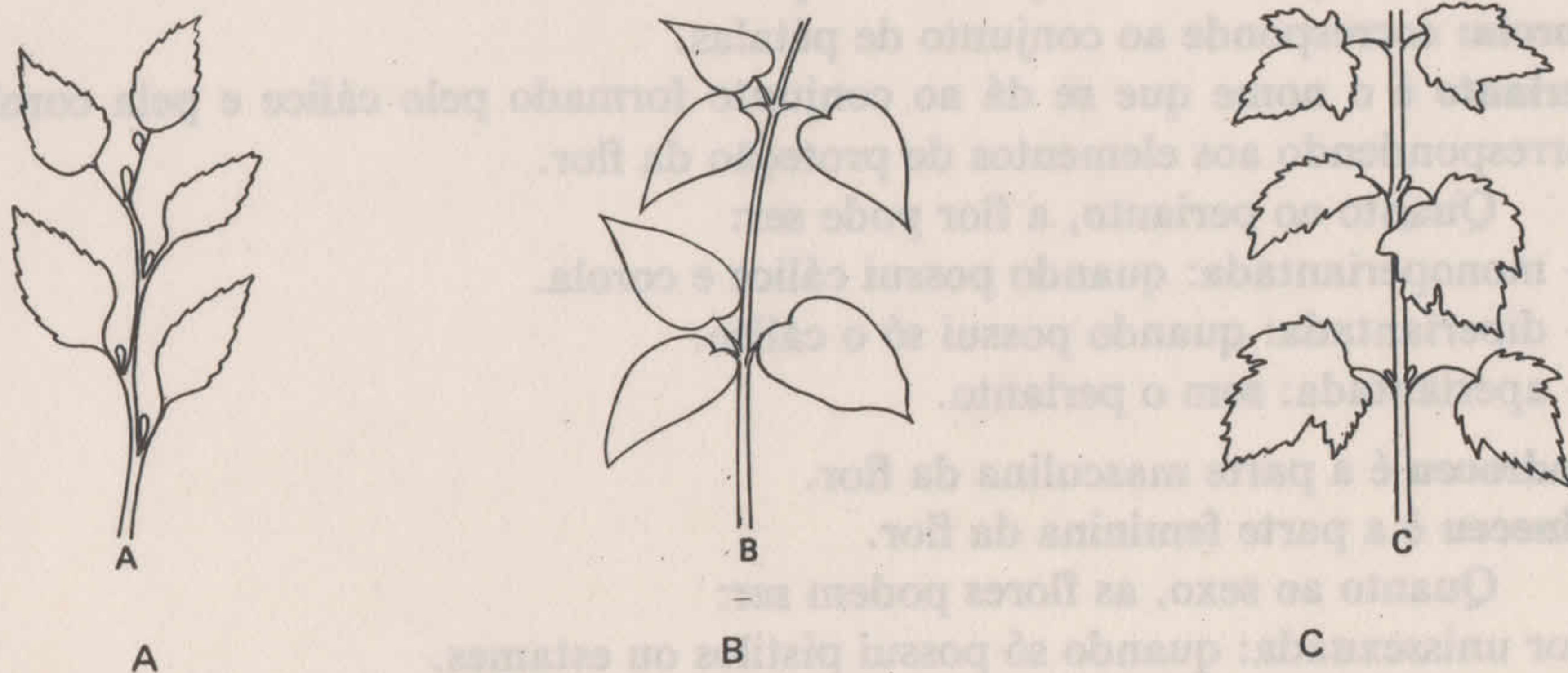


Fig. 8.51 — Disposições das folhas A — folhas alternadas; B — folhas opostas cruzadas; C — folhas verticiladas.

Modificações das folhas: gavinhas, espinhos e brácteas.

Gavinha são folhas modificadas em filamentos que se enrolam para fixar o caule. Ex.: salsaparrilha.

Brácteas são folhas que protegem as flores. Ex.: três-marias.

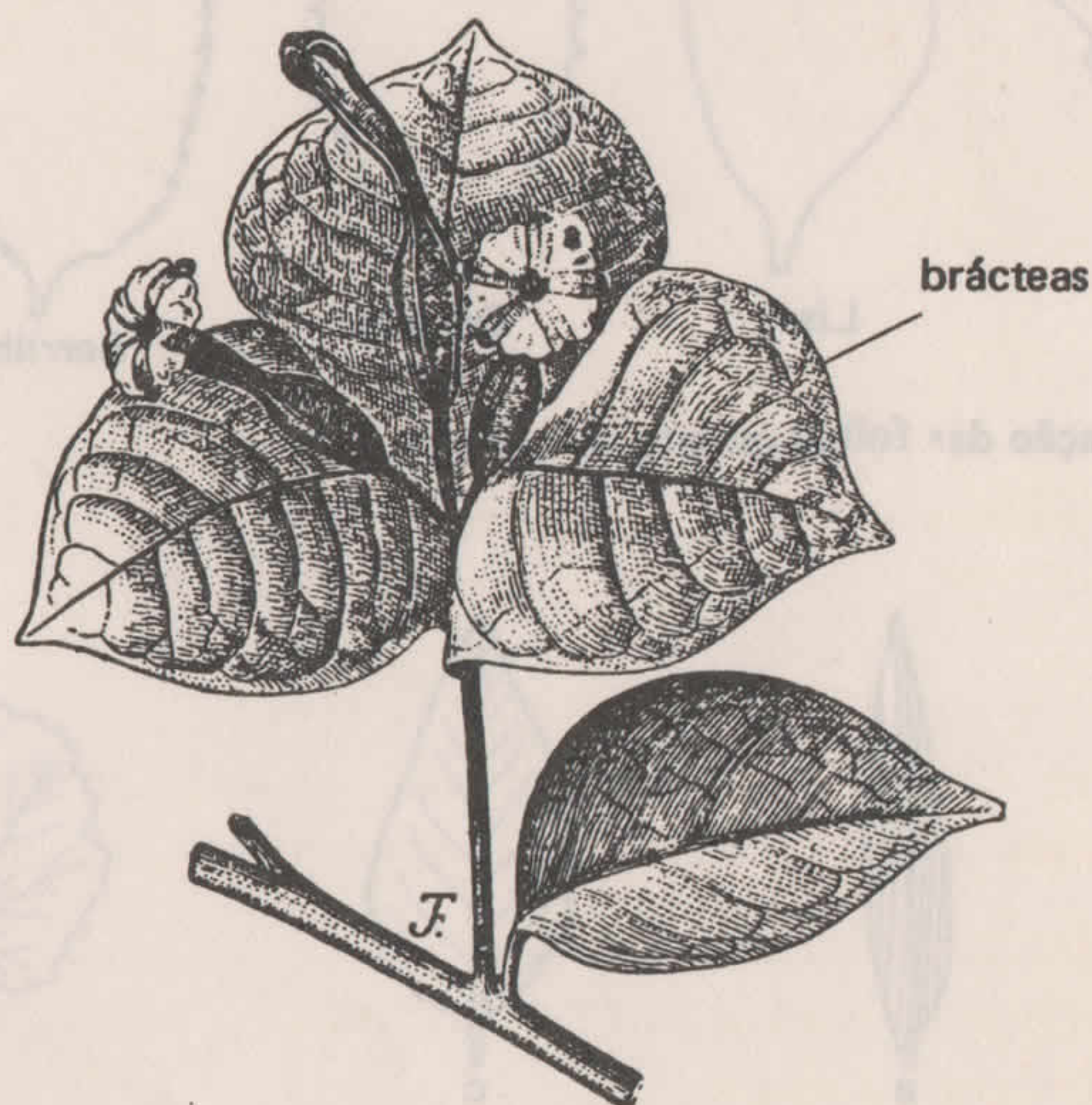


Fig. 8.52 — Primavera ou três-marias. Observar as três flôres, protegidas por três brácteas.

XXII — FLOR

São folhas modificadas para a reprodução.

Constituição da flor:

Cálice: corresponde ao conjunto de sépalas.

Corola: corresponde ao conjunto de pétalas.

Perianto é o nome que se dá ao conjunto formado pelo cálice e pela corola, correspondendo aos elementos de proteção da flor.

Quanto ao perianto, a flor pode ser:

- monoperiantada: quando possui cálice e corola.
- diperiantada: quando possui só o cálice.
- aperiantada: sem o perianto.

Androceu é a parte masculina da flor.

Gineceu é a parte feminina da flor.

Quanto ao sexo, as flores podem ser:

Flor unissexuada: quando só possui pistilos ou estames.

Flor hermafrodita: quando possui pistilos e estames.

Inflorescência é o estudo da disposição das flores no caule.

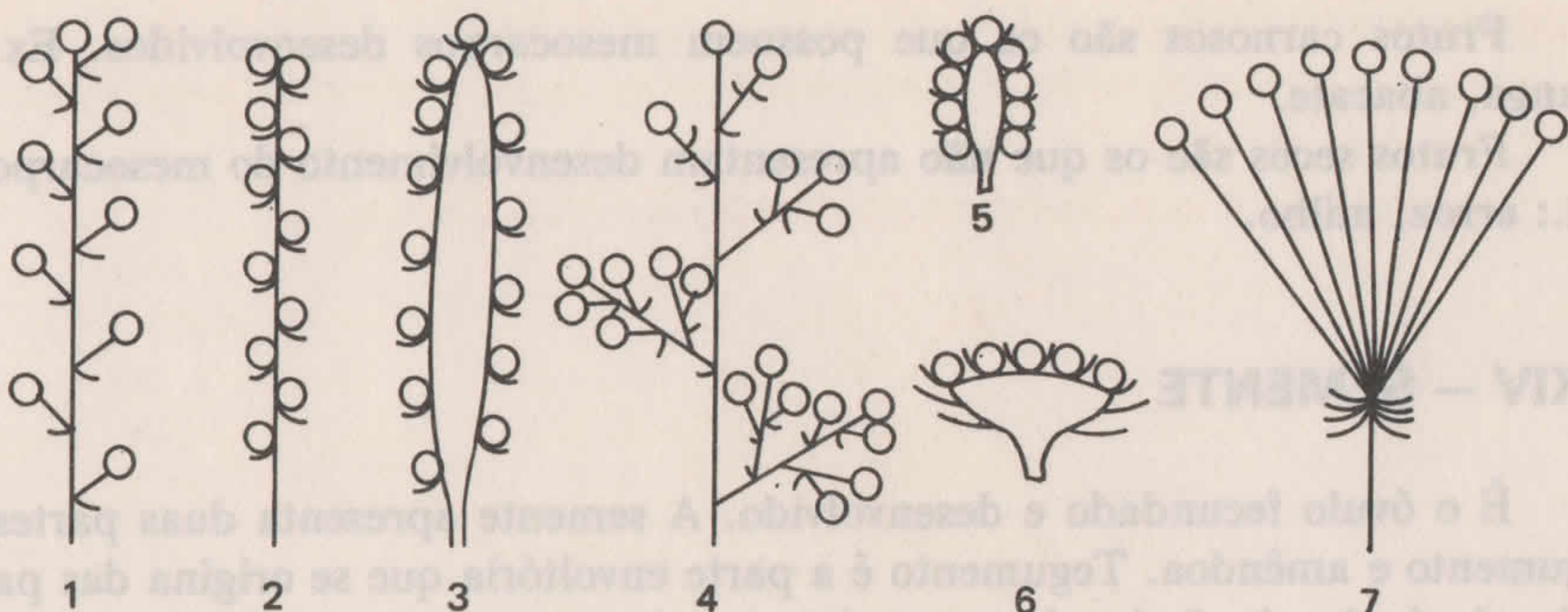


Fig. 8.53 — Tipos de inflorescências: 1 — cacho simples; 2 — espiga; 3 — espádice; 4 — cacho composto; 5 e 6 — capítulos; 7 — umbela.

As sépalas geralmente são verdes; mas, se apresentarem outra cor, são chamadas **petalóides**. Quanto à união ou não entre sépalas e pétalas, temos:

Cálise gamossépalo: possui as sépalas unidas.

Cálise dialiossépalo: possui as sépalas separadas.

Corola gamopétala: possui as pétalas unidas.

Corola dialiopétala: possui as pétalas separadas.

XXIII — FRUTO

É o ovário fecundado e desenvolvido.

Partes do fruto: pericarpo e semente. O pericarpo, produto do desenvolvimento do ovário, é formado pelo epicarpo, mesocarpo e endocarpo.

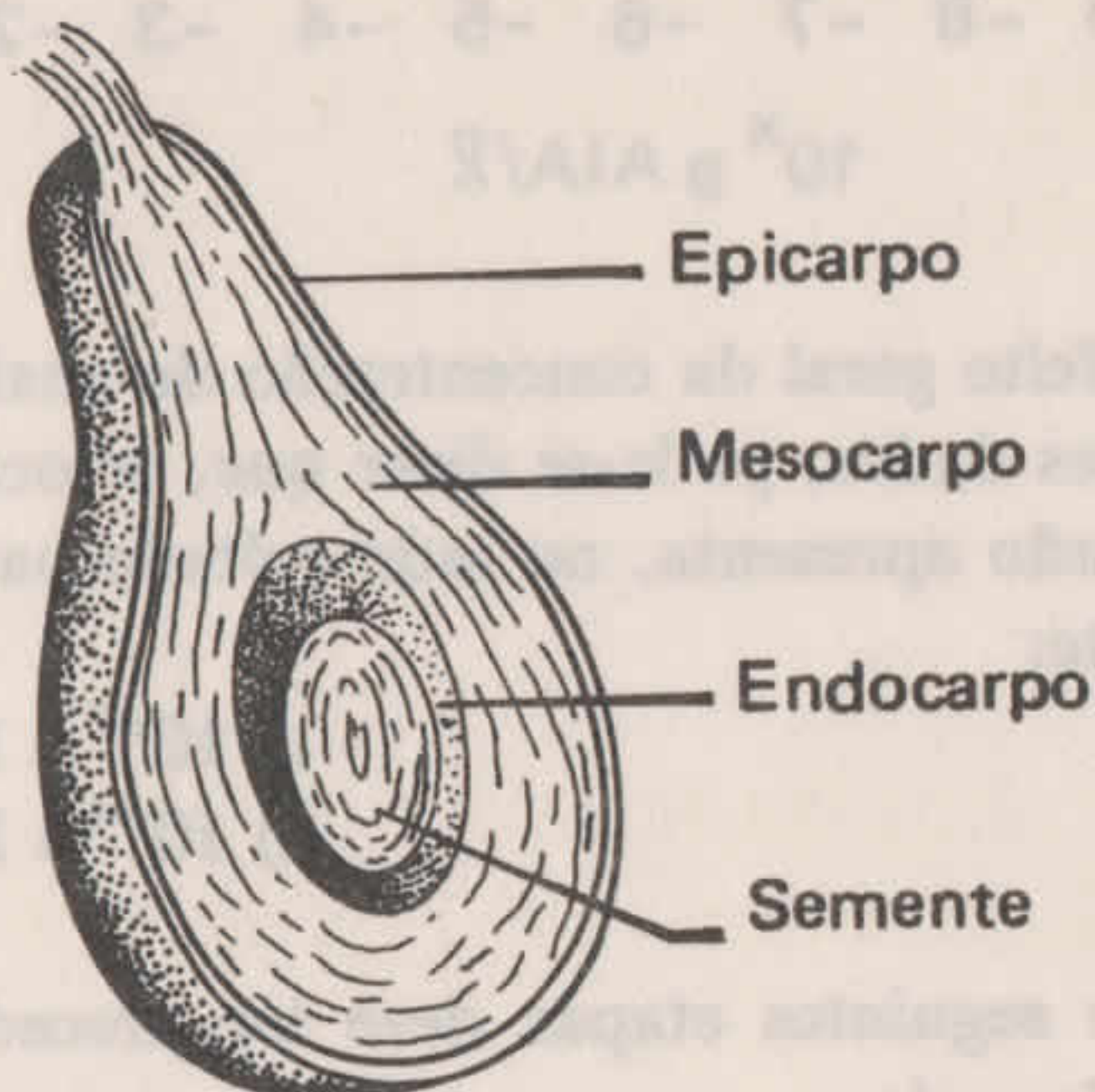


Fig. 8.54 — Partes do fruto do abacate.

Frutos carnosos são os que possuem mesocarpos desenvolvidos. Ex.: manga, abacate.

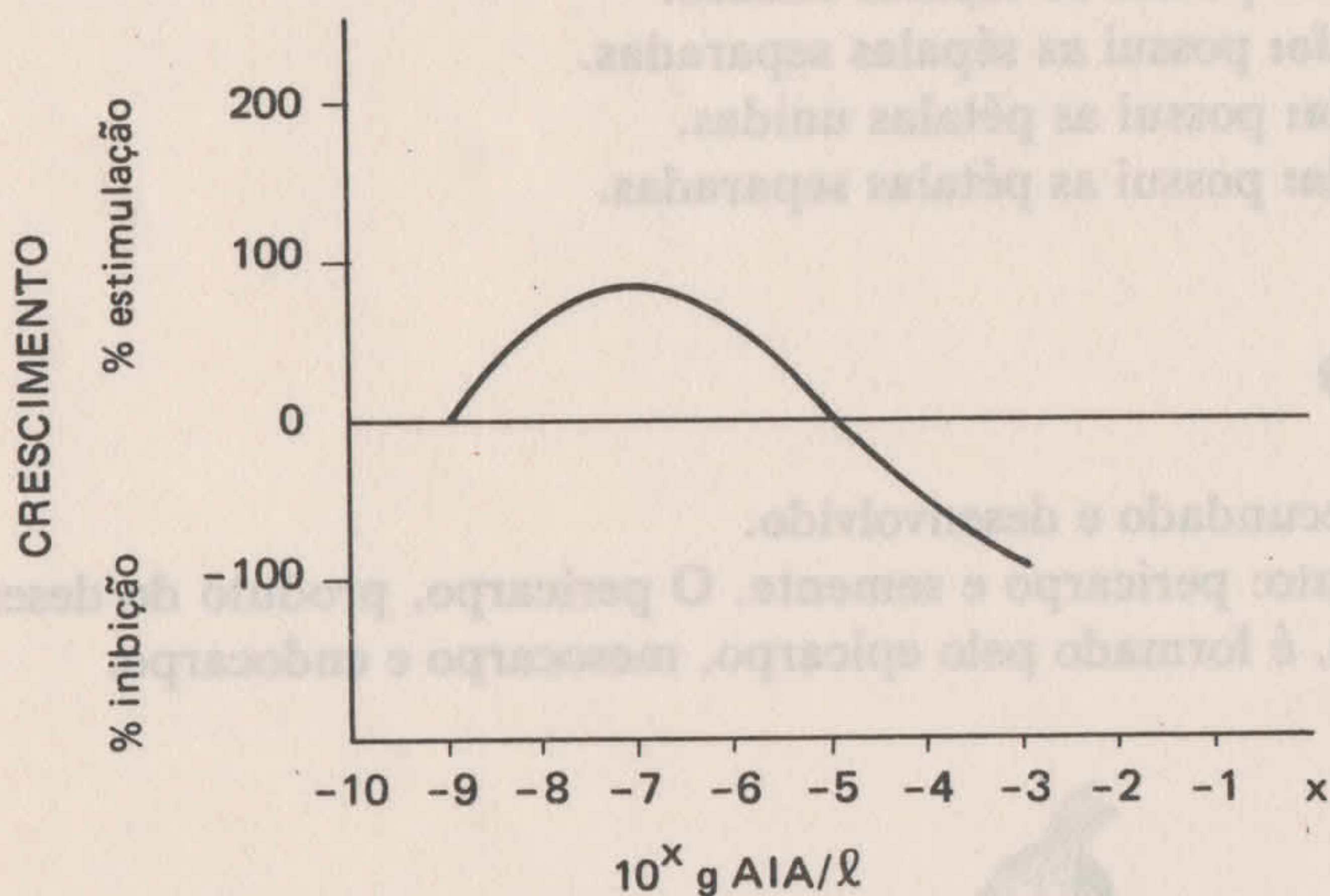
Frutos secos são os que não apresentam desenvolvimento do mesocarpo. Ex.: arroz, milho.

XXIV – SEMENTE

É o óvulo fecundado e desenvolvido. A semente apresenta duas partes: tegumento e amêndoa. Tegumento é a parte envoltória que se origina das paredes do óvulo. Amêndoa é a parte interna, formada pelo embrião e pelo alburno o qual possui reservas nutritivas.

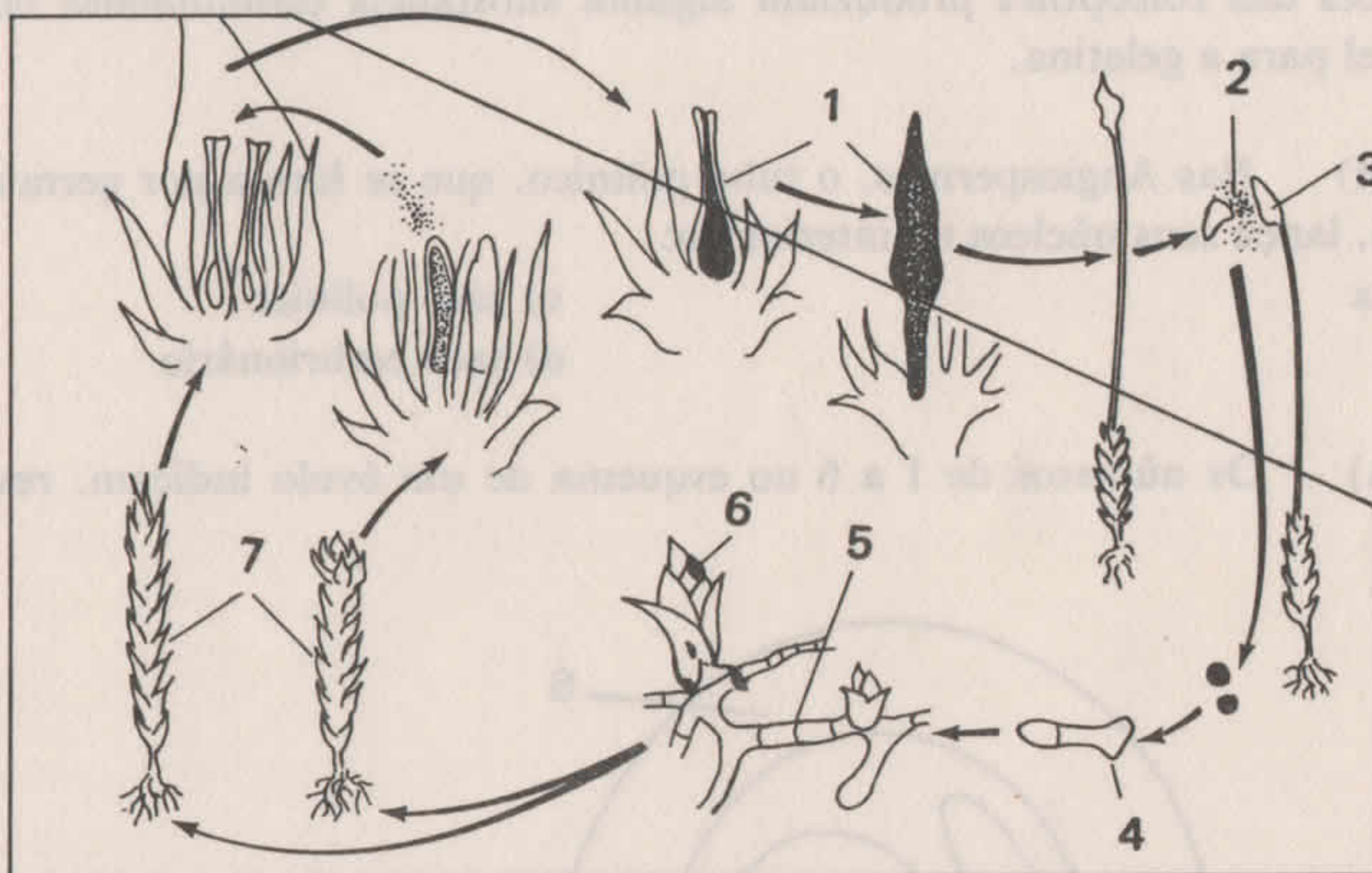
TESTES

(CESCEM) Instruções: o gráfico refere-se à questão abaixo:



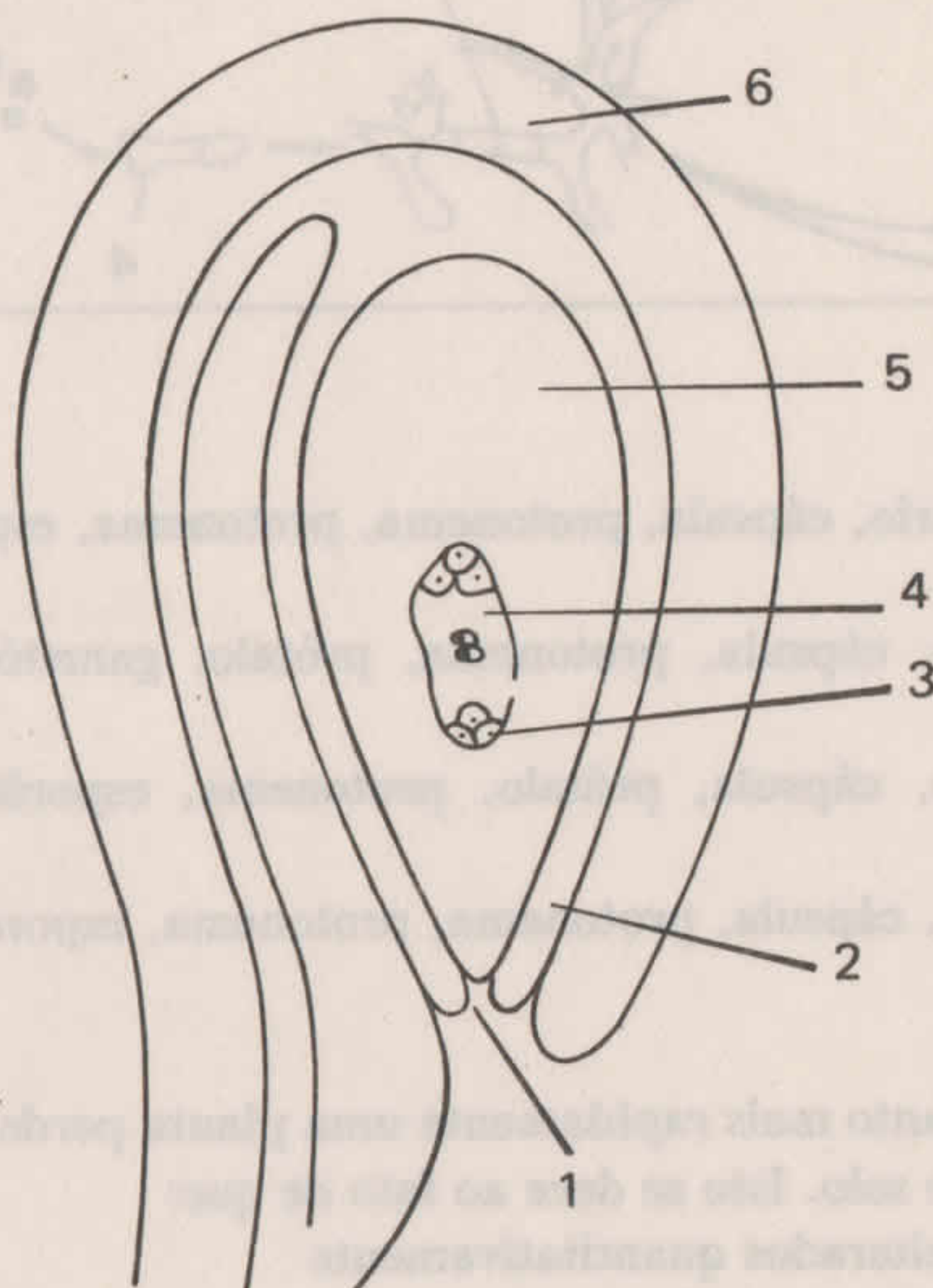
358. O gráfico representa o efeito geral da concentração de auxina sobre o crescimento de uma raiz. De acordo com esses dados, pode-se dizer que, colocando-se a raiz em posição horizontal, a zona de distensão apresenta, no lado voltado para baixo, uma concentração de AIA de aproximadamente:
- a) 10^{-9} a 10^{-10}
 - b) 10^{-8} a 10^{-9}
 - c) 10^{-7} a 10^{-9}
 - d) 10^{-4} a 10^{-5}
359. (CESCEM) Qual das seguintes etapas deve ter precedida as outras na conquista do
- a) na absorção salina pelas raízes
 - b) no movimento da seiva bruta
 - c) na condução dos carboidratos das folhas para outros órgãos
 - d) na transpiração

360. (CESCEA) Assinalar a alternativa errada com respeito às auxinas:
- a) promovem o desenvolvimento do caule mas não têm ação sobre a raiz
 - b) afetam o crescimento das frutas
 - c) não têm ação sobre a multiplicação celular
 - d) são produzidas em gemas apicais, além de outras partes
361. (PUC—SP) “Nas coníferas, o nadar dos anterozóides é substituído pelo crescer dos tubos polínicos”. Esta frase se relaciona com:
- a) o aparecimento dos frutos na escala vegetal
 - b) a substituição da reprodução assexuada pela sexuada
 - c) a independência da água em estado líquido para que se dê a fecundação
 - d) a conquista da terra pelos vegetais.
362. (CESCEA) Os números de 1 a 7 indicam, respectivamente:



- a) gametófito maduro, espório, cápsula, protonema, protonema, esporófito novo, gametófito novo
 - b) esporófito novo, espório, cápsula, protonema, prótalo, gametófito novo, gametófito maduro
 - c) esporófito novo, espório, cápsula, prótalo, protonema, esporófito novo, gametófito maduro
 - d) gametófito novo, espório, cápsula, protonema, protonema, esporófito novo, gametófito maduro
363. (CESCEA) Em geral, quanto mais rapidamente uma planta perde H_2O tanto mais rapidamente ela absorve H_2O do solo. Isto se deve ao fato de que:
- a) os pêlos absorventes são alterados quantitativamente
 - b) a planta excreta apenas a H_2O que for capaz de absorver
 - c) a coluna de H_2O existente no xilema, entre o mesófilo e a raiz, está em tensão, devido à coesão entre as suas moléculas
 - d) variações na absorção fazem aumentar ou diminuir a quantidade de H_2O que pode ser eliminada

364. (CESCEM) Qual das seguintes etapas deve ter precedida as outras na conquista do meio terrestre pelas plantas?
- formação de um corpo pluricelular
 - desenvolvimento de estruturas especiais para absorção de água
 - desenvolvimento de estruturas especiais para absorção de gás carbônico
 - formação de embriões durante o desenvolvimento
365. (CESCEM) Quando Fritz Went verificou que as coleóptiles de aveia decapitadas só cresciam quando sobre elas eram recolocados os ápices, ou quando se aplicavam sobre elas cubos de gelatina que estiveram em contato com os ápices por algum tempo, pôde concluir que:
- as coleóptiles decapitadas precisavam de gelatina para crescer
 - o estímulo ao crescimento, proveniente dos ápices, era de natureza elétrica, afetando o potencial das membranas
 - os aminoácidos da gelatina eram capazes de estimular a síntese de protoplasma nas células da coleóptile e, assim, todo o crescimento
 - os ápices das coleóptiles produziam alguma substância estimuladora do crescimento, difusível para a gelatina.
366. (CESCEM) Nas Angiospermas, o tubo polínico, que se forma por germinação do grão dos pólen, lança seus núcleos no interior do:
- estigma
 - núcleo
 - saco polínico
 - saco embrionário
367. (CESCEA) Os números de 1 a 6 no esquema de um óvulo indicam, respectivamente:



- chalaza, integumento, oosfera, nucela, antípodas, micrópila
- chalaza, integumento, oosfera, antípodas, nucela, micrópila
- micrópila, integumento, nucela, oosfera, antípodas, chalaza
- micrópila, integumento, oosfera, antípodas, nucela, chalaza

368. (CESCEA) A teoria de Dixon é uma das mais aceitas para explicar a condução de seiva lenhosa. Segundo essa teoria, tal condução:
- a) só é possível graças à presença de válvulas dispostas ao longo do caule, que impedem o refluxo da seiva para a raiz
 - b) está na dependência do seu sistema radicular, que gera a chamada “pressão da raiz”, e não tem qualquer relação com a “sucção de água” pelas células da copa da planta
 - c) está na dependência da “sucção de água” pelas células da copa da planta e não tem qualquer relação com a chamada “pressão da raiz”
 - d) está na dependência dos dois fatores acima, sendo fundamental a “pressão da raiz”
369. (PUC—SP) Os sorédios são formas de reprodução características de:
- a) musgos
 - b) líquens
 - c) algas
 - d) fungos
370. (CESCEM) Para se obter prótalos de filicíneas em laboratório, o procedimento que dará melhores resultados é:
- a) coletar grãos de pólen, colocá-los em solução açucarada e deixar a preparação em ambiente iluminado
 - b) retirar os gametângios masculinos e femininos da planta, colocá-los em solução açucarada e em ambiente iluminado
 - c) selecionar, ao microscópio, o embrião formado no gametófito e colocá-lo em meio de ágar e nutrientes
 - d) coletar soros das folhas, esmagá-los para romper os esporângios e semear os esporos sobre xaxim embebido em água, tendo o cuidado de manter o ambiente úmido.
371. (CESCEM) Os elementos de tubos crivados já muito envelhecidos ou afetados por parasitas são postos fora de funcionamento:
- a) pelo enrijecimento das paredes celulares, às custas de espessamento de lignina
 - b) pela degeneração do núcleo
 - c) pelo acúmulo de amido em seu interior
 - d) pela disposição abundante de calose nos poros das plantas crivadas, o que chega a obturá-los
372. (CESCEM) De modo geral, nos vegetais, a transição da vida aquática para a vida terrestre foi acompanhada pelo aparecimento de:
- a) tubo polínico, não havendo mais necessidade de água para a fecundação
 - b) mecanismos que facilitaram a polinização
 - c) sistema radicular bem desenvolvido
 - d) sistema vascular bem desenvolvido
373. (CESCEM) Os movimentos de abertura e fechamento dos estômatos são consequência de:
- a) crescimento fototrópico das células estomáticas
 - b) variações de turgescência das células estomáticas
 - c) movimentos de tactismo das células estomáticas
 - d) plasmólise nas células estomáticas
374. (CESCEM) Quando uma planta transpira, as moléculas de água em estado de vapor, existentes no interior dos espaços intercelulares, dirigem-se para fora da folha, através das fendas estomáticas, por um mecanismo de:
- a) osmose, de acordo com o gradiente de pressão de vapor

- b) osmose, contra o gradiente de pressão de vapor
- c) difusão, seguindo o gradiente de pressão de vapor
- d) difusão, contra o gradiente de pressão de vapor

375. (CESCEA) — Com respeito à absorção de sais pelas plantas, pode-se dizer que:

- (1) somente as raízes são capazes de absorção
- (2) é um processo passivo
- (3) é um processo ativo que depende do fornecimento de energia

Considerando-se as três afirmações, tem-se:

- a) (1) é falsa; (2) e (3) são verdadeiras
- b) (1) e (2) são verdadeiras; (3) é falsa
- c) (1) e (3) são verdadeiras; (2) é falsa
- d) (1) é verdadeira; (2) e (3) são falsas

376. (CESCEA) — Tecidos caracterizados por terem células de paredes delgadas, citoplasma abundante, núcleo grande, vacúolos ausente ou, se presente, pequenos; as células encontram-se freqüentemente em divisão. Trata-se de:

- a) parênquimas
- b) prosênquimas
- c) meristemas
- d) tecidos permanentes

377. (CESCEM) — A alternância típica de gerações verifica-se, obrigatoriamente, sempre que a meiose ocorre no:

- a) gametângio
- b) zigoto
- c) anterídeo e oogônio
- d) esporângio

378. (CESCEM) — A retirada de um anel de casca na porção basal do caule de uma planta, geralmente, provoca um brotamento abaixo da região do anel. Este brotamento ocorre em consequência de:

- a) região abaixo do anel não receber mais os açúcares produzidos pelas folhas
- b) a região abaixo do anel ficar com um excesso de nutrientes minerais
- c) a região abaixo do anel não receber mais da copa o hormônio que antes inibia as suas gemas laterais, embora o xilema continue funcionando
- d) a região abaixo do anel receber das folhas, através do xilema, um hormônio que estimula o desenvolvimento das gemas laterais

379. (CESCEM) — O gráfico ao lado nos diz que:

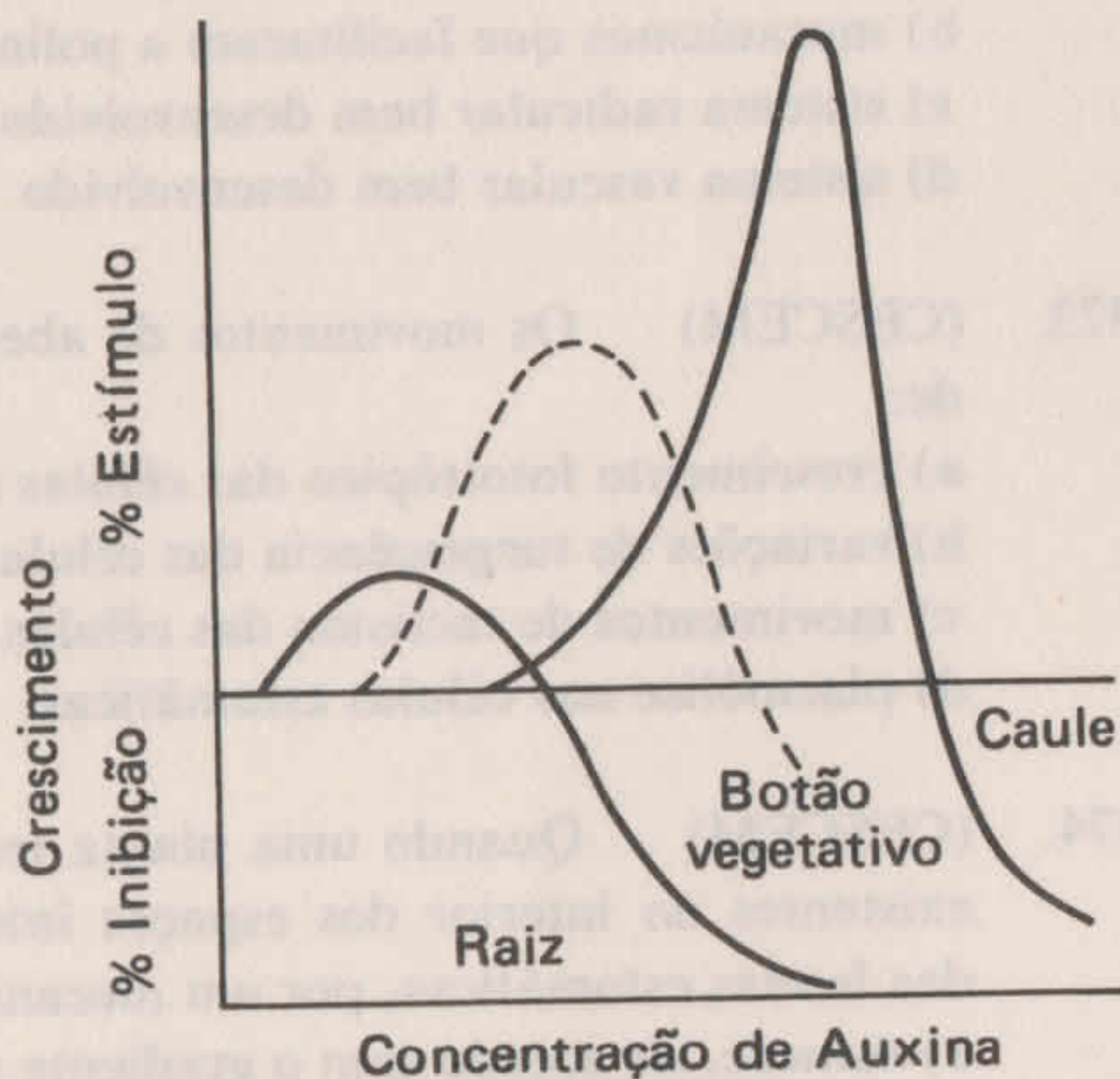
I — O ótimo de concentração de auxina varia para as diferentes partes de uma mesma planta.

II — A auxina pode agir como estimulador ou inibidor do crescimento, dependendo da concentração usada.

III — A concentração de auxina que causa um crescimento ótimo do caule inibe fortemente o crescimento da raiz.

Assinale:

- a) se todas as afirmações forem falsas



- b) se todas as afirmações forem válidas
 c) se apenas as afirmações I e II forem válidas
 d) se apenas as afirmações II e III forem válidas
380. (CESCEM) — Considerando-se a filogênese dos grupos vegetais, pode-se dizer que a partir das briófitas:
- a) a meiose precede a formação dos esporos
 b) o vegetal duradouro é o esporófito
 c) o gametófito é sempre aclorofilado
 d) há sempre heterosporia
381. (CESCEM) — O CO_2 do ar, usado na fotossíntese, penetra nas folhas através dos estômatos por:
- a) osmose
 b) aspiração
 c) diálise
 d) difusão
382. (CESCEA) — A característica comum a todos os fungos é:
- a) serem heterótrofos
 b) terem clorofila
 c) parasitismo
 d) patogenia
383. (CESCEA) — No ciclo vital dos musgos, as fases e estruturas principais aparecem na seguinte ordem:
- a) esporo, protonema, gametófito
 b) protonema, esporo, gametófito
 c) prótalo, esporo, gametófito
 d) esporo, prótalo, gametófito
384. (CESCEA) — A parte da semente resultante da fertilização dos núcleos polares do saco embrionário por um dos núcleos do pólen é chamada:
- a) embrião
 b) perisperma
 c) endosperma
 d) tegmen
385. (CESCEM) — Grupos de plântulas foram submetidos a diferentes tratamentos com os seguintes resultados:

TRATAMENTO	RESULTADO
Não decepadas e iluminadas uniformemente	Crescem retas
Não decepadas e iluminadas unilateralmente	Crescem curvas para a luz
Decepadas e uniformemente iluminadas	Não crescem
Decepadas e as pontas recolocadas uniformemente iluminadas	Crescem retas

Com base nesses dados, espera-se que plântulas decepadas e iluminadas unilateralmente:

- a) cresçam retas
 b) cresçam curvas em direção à luz
 c) não cresçam
 d) cresçam curvas em direção oposta à luz

(CESCEM) — As questões 386 e 387 mencionam fatos observados em vegetais. As alternativas para elas são uma lista de mecanismos que podem estar envolvidos no transporte de água nas plantas. Para cada questão, selecione a alternativa que melhor explique o fato mencionado.

- a) impulso pelas raízes

b) coesão-adesão
- c) difusão de célula à célula

d) capilaridade

386.

As briófitas são plantas avasculares. ()
387.

Quando vasos lenhosos são lesados, a coluna de água se rompe e os vasos ficam fora de função. ()

RESUMIDO	TRATAMENTO
Crescimento rápido	Não desce e não se desce
Crescimento rápido para a direita	Não desce e não se desce
Não desce	Desce e não se desce
Crescimento rápido	Desce e não se desce

Com base nos dados, espera-se que a planta desce e não se desce

a) desce e não se desce

b) desce e não se desce

c) não desce

d) desce e não se desce

I — CONCEITO E FORMAS DE ESTUDO DA ECOLOGIA

A palavra **ecologia** foi empregada pela primeira vez pelo biologista alemão E. Haeckel em 1866. Este termo tem sua origem de “oikos” (casa) e “logos” (ciência, discurso) do grego. Em outros termos, podemos dizer que:

Ecologia é a ciência que estuda as condições de existência dos seres vivos e as interações, de qualquer natureza, existentes entre esses seres vivos e o seu meio.

Meio ou ambiente é o conjunto das condições que cercam o ser vivo; portanto, inclui os seres vivos e os não-vivos.

A ecologia pode ser subdividida em:

- Auto-ecologia:** estuda as relações de **uma** espécie e o seu ambiente físico.
- Dinâmica das populações:** estuda as variações e suas causas nas populações.
- Sinecologia:** estuda as relações entre os indivíduos pertencentes a espécies diferentes e seu ambiente.

II — ECOSSISTEMA

Uma unidade natural formada por várias populações de diferentes espécies, que interagem entre si e com o meio ambiente, é chamada **ecossistema**. Um ecossistema é constituído por: fatores abióticos (componentes físicos) e fatores bióticos (componentes vivos).

1. Fatores abióticos

a) **Temperatura** — deve ser encarada sob dois aspectos: a temperatura do ambiente e a temperatura do corpo do ser vivo. Poucos seres vivos suportam temperaturas muito elevadas ou muito baixas. Aqueles que não têm controle interno da temperatura são os **heterotermos** que dependem do calor do meio ambiente. Os **homeotermos** suportam melhor as variações externas de temperatura, uma vez que possuem um controle interno da mesma.

b) **Luz** — desempenha papel importante na fotossíntese. Praticamente, todos os animais desenvolveram receptores à luz; conforme a sua resposta à luz, os animais podem ter **hábitos diurnos, noturnos ou crepusculares**.

c) **Gases** — o oxigênio é utilizado por plantas e animais para garantirem as suas necessidades energéticas. O gás carbônico, que existe em pequena quantidade na atmosfera, é indispensável à fotossíntese.

d) **Água** — é a substância encontrada em maior quantidade nos seres vivos. Toma parte nas reações celulares, servindo como solvente, como veículo de transporte no interior dos organismos; daí sua importância.

e) **Nutrientes** — têm papel importante vários sais minerais como, por exemplo, os de fósforo, nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre, magnésio, sódio etc.

2. Fatores bióticos

a) **Organismos produtores** — todos os autótrofos.

b) **Organismos consumidores** — os animais, em geral, tanto os que consomem diretamente os vegetais, quanto os que consomem outros animais.

c) **Organismo decompositores** — os fungos e bactérias que decompõem a matéria orgânica nos seus constituintes inorgânicos.

São considerados componentes essenciais os fatores abióticos, os organismos produtores e decompositores, sendo não essenciais os consumidores ou heterótrofos.

Os organismos produtores são os que convertem energia luminosa em energia química, garantindo o suprimento energético básico de um ecossistema. Os consumidores, por sua vez, conseguem energia dos produtores, direta ou indiretamente. Finalmente, os decompositores, direta ou indiretamente, devolvem ao ambiente as substâncias químicas, fechando o ciclo.

A transferência da matéria orgânica dos produtores aos consumidores e decompositores constitui a chamada **cadeia alimentar** ou **trófica**.

A quantidade de energia que um nível trófico recebe é sempre menor que a do nível anterior. Isto se explica pelo fato de um nível trófico gastar energia para a sua sobrevivência. Portanto, podemos observar, na chamada **pirâmide**

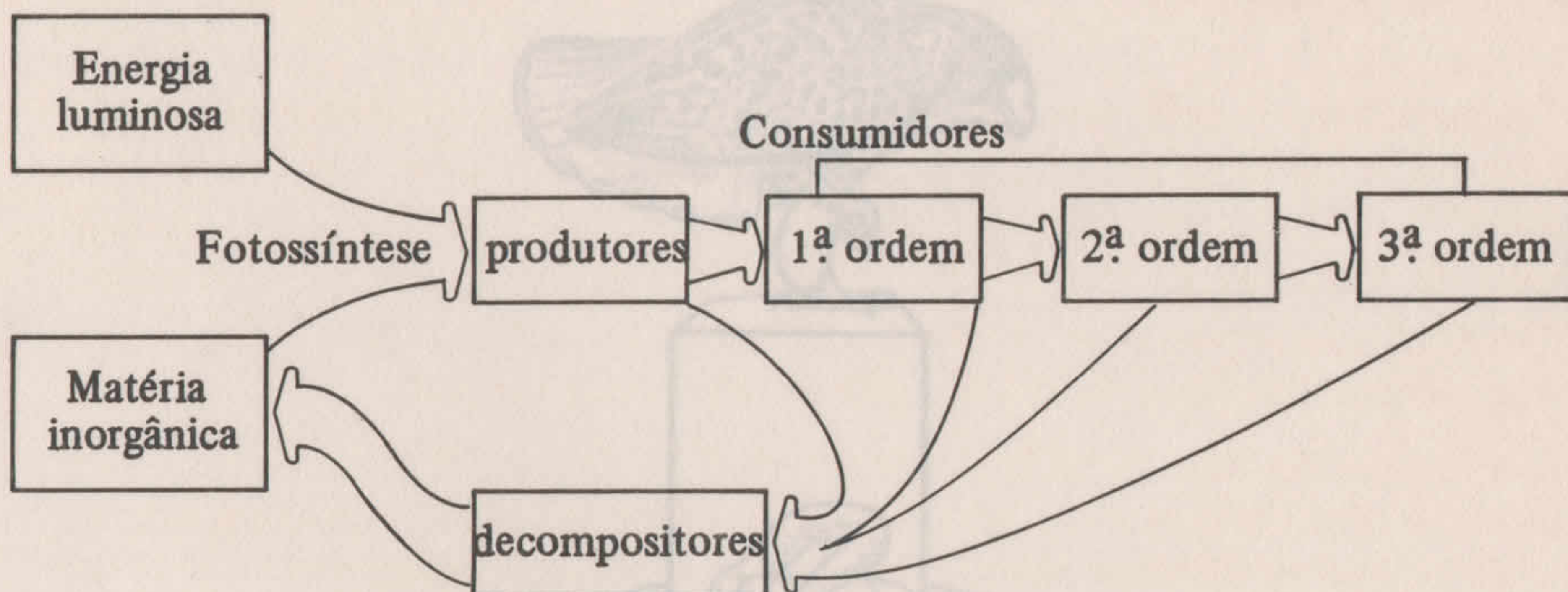


Fig. 9.1 — Cadeia alimentar.

perda de energia, que a energia captada e armazenada pelos produtores não é totalmente transferida aos níveis tróficos mais elevados.

Cada bloco da pirâmide de energia representa um **nível trófico**. Começando pela base, encontramos os produtores e, sucessivamente, os consumidores da 1ª ordem (herbívoros), 2ª ordem (carnívoros), 3ª ordem e 4ª ordem. Além destas relações quanto ao nível trófico, os fatores bióticos podem apresentar outras interações. (Fig. 9.2)

Comunidade é o conjunto das populações de espécies diferentes vivendo juntas numa determinada área.

Interações ecológicas são as interações entre as espécies de uma mesma comunidade. Tais interações podem ser encaradas sob o ponto de vista de vantagens ou desvantagens de certas espécies em relação a outras, podendo ser:

- **harmônicas**: quando os organismos associados tiram proveito recíproco da vida em comum ou quando um leva vantagem e o outro não tem desvantagens ou vantagens.

- **desarmônicas**: quando há vantagens para um organismo associado a outro que leva desvantagens nesta associação.

Relações intra-específicas ou **homotípicas** são relações cuja interação ocorre entre seres da mesma espécie.

Relações interespecíficas ou **heterotípicas** são relações cuja interação ocorre entre seres de espécies diferentes.

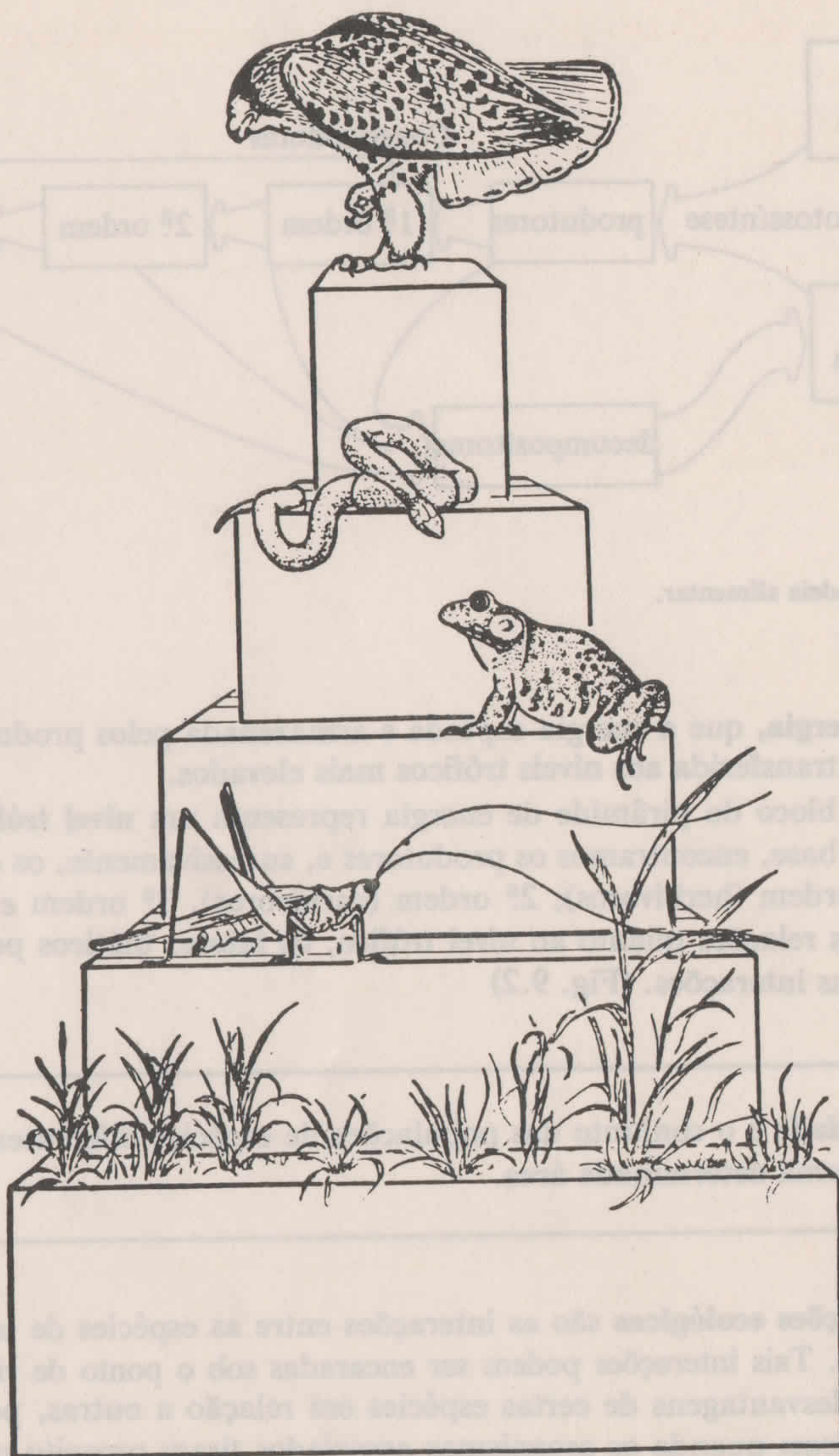


Fig. 9.2 — Pirâmide de energia (Rogers e Cols.)

3. Interações ecológicas

- a) **Simbiose** (do grego: **syn**, juntamente + **biosis**, modo de vida) — ocorre quando dois seres de espécies diferentes se associam.

Há três tipos de associação simbiótica: o comensalismo, o mutualismo e o parasitismo.

- **comensalismo:** interação em que apenas um organismo se beneficia, sem prejudicar, contudo, o outro. Exemplo: a rêmora, que por uma ventosa se fixa aos tubarões, alimenta-se com os restos das presas destes; as epífitas (como as orquídeas) são plantas que se desenvolvem sobre outras, sem prejudicá-las.

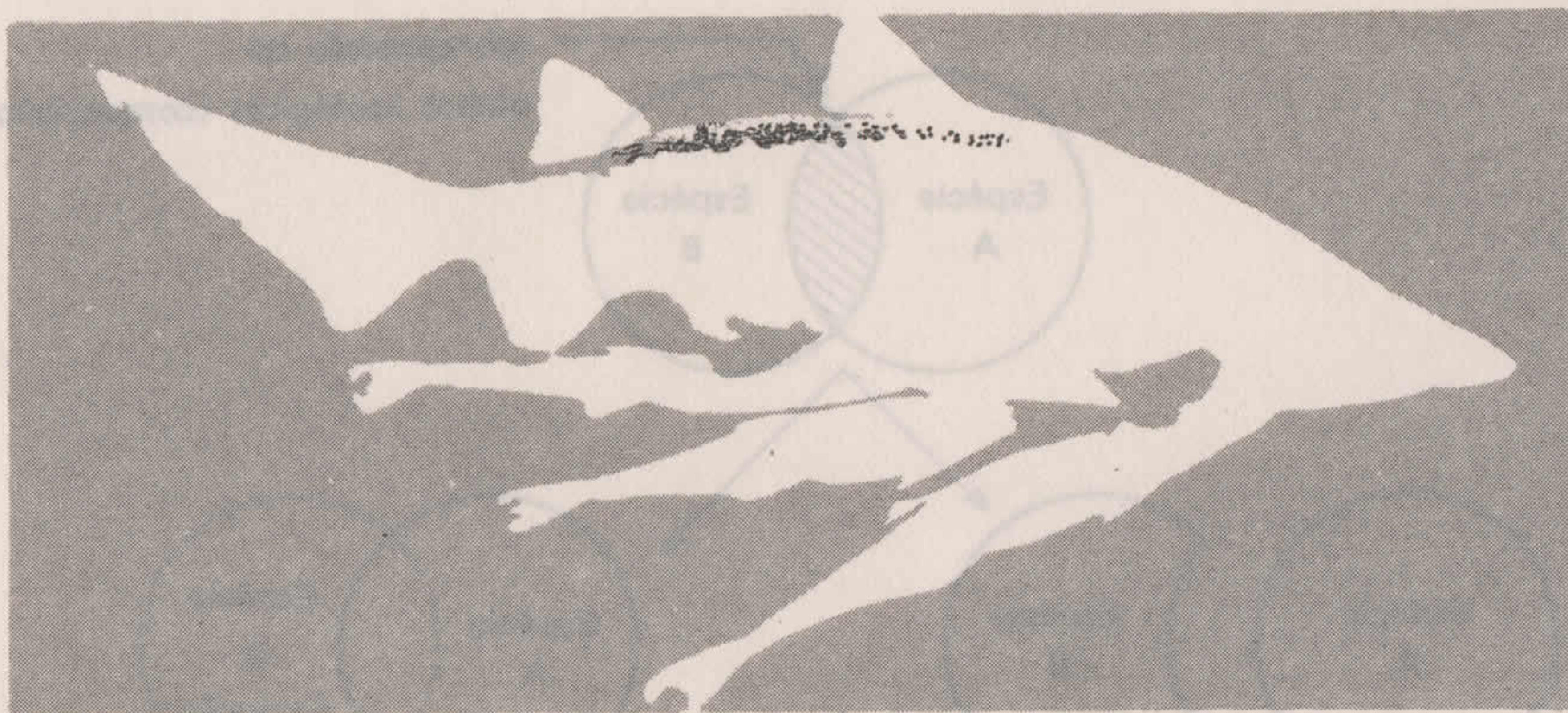


Fig. 9.3 — Rêmoras presas à face ventral de um tubarão (Nason)

- **mutualismo:** interação em que ambos os organismos são beneficiados. Exemplos: micorrizas, líquens.
 - **parasitismo:** interação na qual um dos organismos, chamado parasita, vive às custas de outro, chamado hospedeiro. Parasitas que vivem na superfície ou exterior do hospedeiro são chamados ectoparasitas; aqueles que vivem no interior, endoparasitas. O parasitismo pode variar em grau, isto é, há desde formas quase inócuas até as que causam morte do hospedeiro. Entendemos por **agente patogênico** o parasita que provoca doenças em animais ou vegetais.
- b) **Predação** (do latim: **praeda**, presa) — é a interação heterotípica, em que um organismo é morto (presas) por outro (predador) do qual se alimenta. Exemplo: gato e rato.
- c) **Competição interespecífica** — é a interação heterotípica em que uma espécie compete com outra pelos recursos do meio. Podemos dizer que duas espécies diferentes são competidoras quando disputam o mesmo **nicho ecológico**.

Nicho ecológico compreende as necessidades básicas da espécie para se manter. Determinar o nicho ecológico de uma espécie significa reconhecer como e onde descansa e se reproduz, como e a expensas de que ou de quem ela se alimenta e a quem serve de alimento. Portanto, o nicho ecológico seria o “tipo de vida” de uma espécie no conjunto de espécies da qual faz parte.

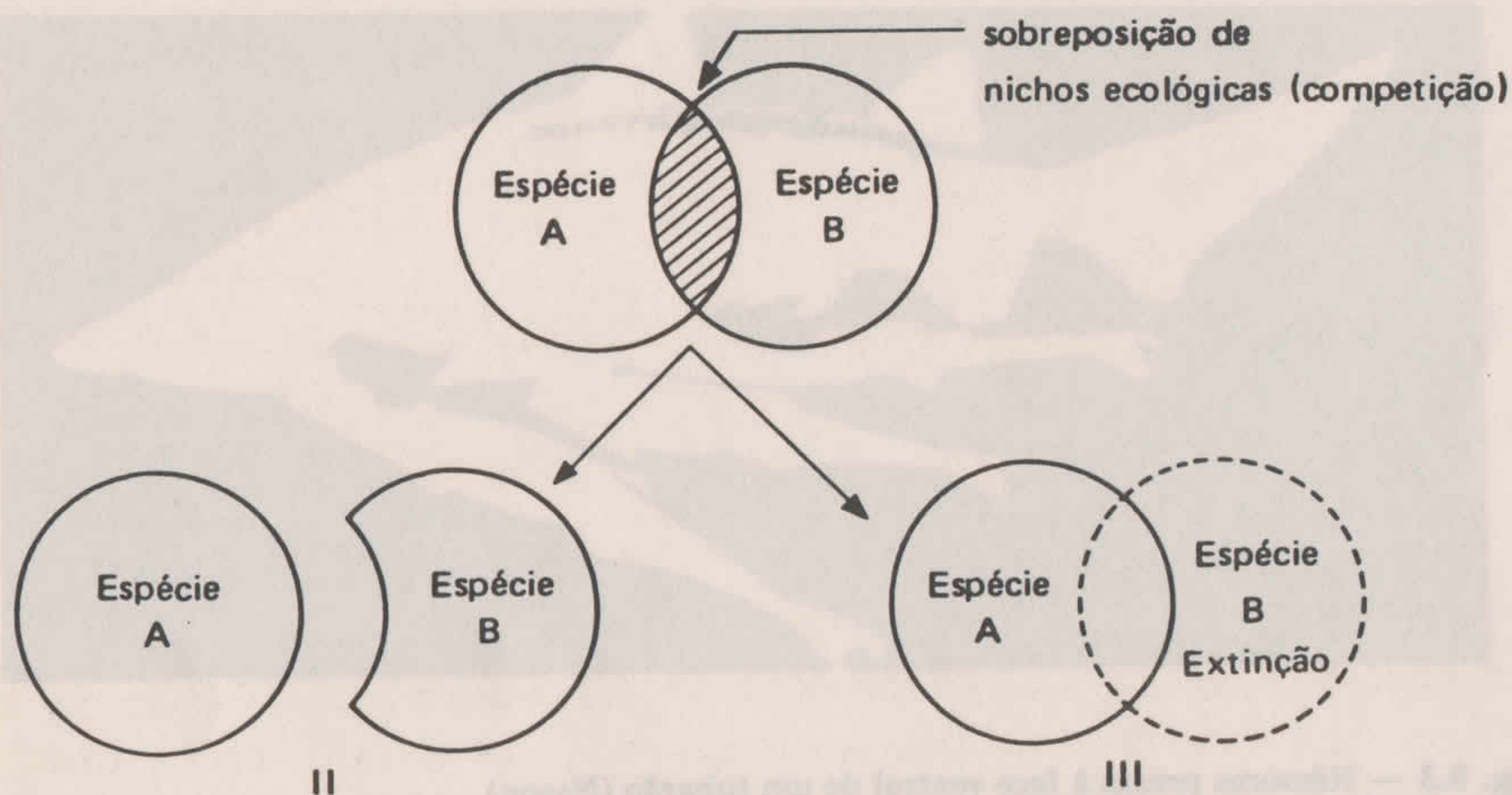


Fig. 9.4 — A sobreposição de nichos ecológicos leva à competição (I). Da competição pode resultar a diminuição do nicho ecológico de umas espécies (II) ou a sua extinção (III)

Habitat é o lugar onde a espécie vive.

d) Ciclos biogeoquímicos nos ecossistemas — entende-se por ciclos biogeoquímicos os caminhos percorridos pelos elementos químicos num sistema ecológico. Os ciclos mais importantes são: ciclo da água, ciclo do carbono e ciclo do nitrogênio.

Ciclo da água

A água é o componente mais abundante num ecossistema. A água que se encontra sob a forma de vapor na atmosfera, ao condensar, cai sob a forma de chuva ou neve na crosta terrestre. Parte desta água evapora, sob o efeito dos raios solares, e parte permanece na superfície, tornando-se útil aos seres vivos, que também contribuem para a formação do vapor na atmosfera, principalmente sob a forma de transpiração.

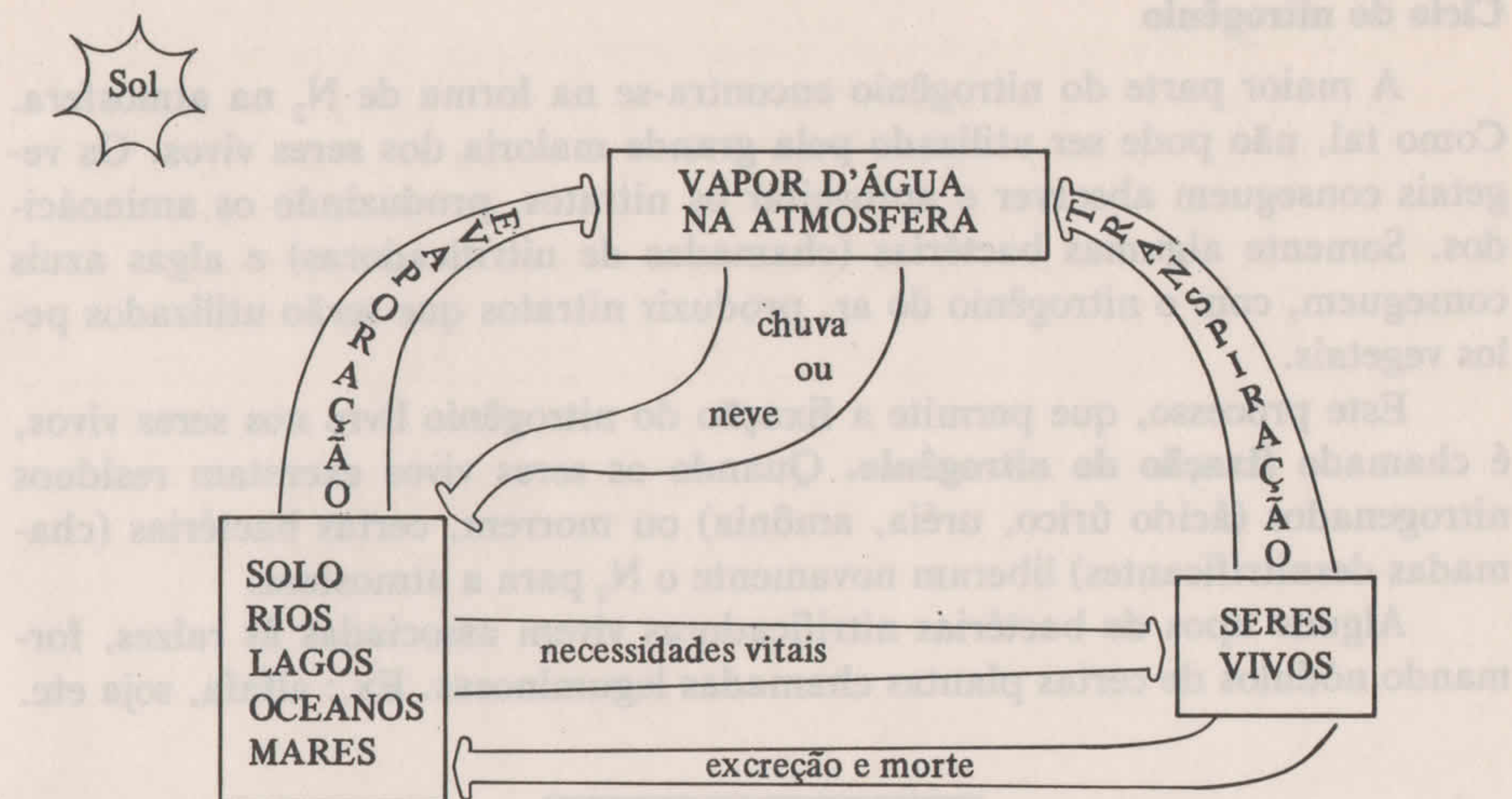


Fig. 9.5 — Ciclo da água.

Ciclo do carbono

O carbono encontra-se na atmosfera sob a forma de CO_2 e é incorporado ao ecossistema através da fotossíntese realizada pelos vegetais verdes. Destes, pelo processo da alimentação, é transferido aos heterótrofos herbívoros, voltando ao ar atmosférico ou pela respiração ou decomposição ou ainda pela combustão dos seres vivos ou restos destes.

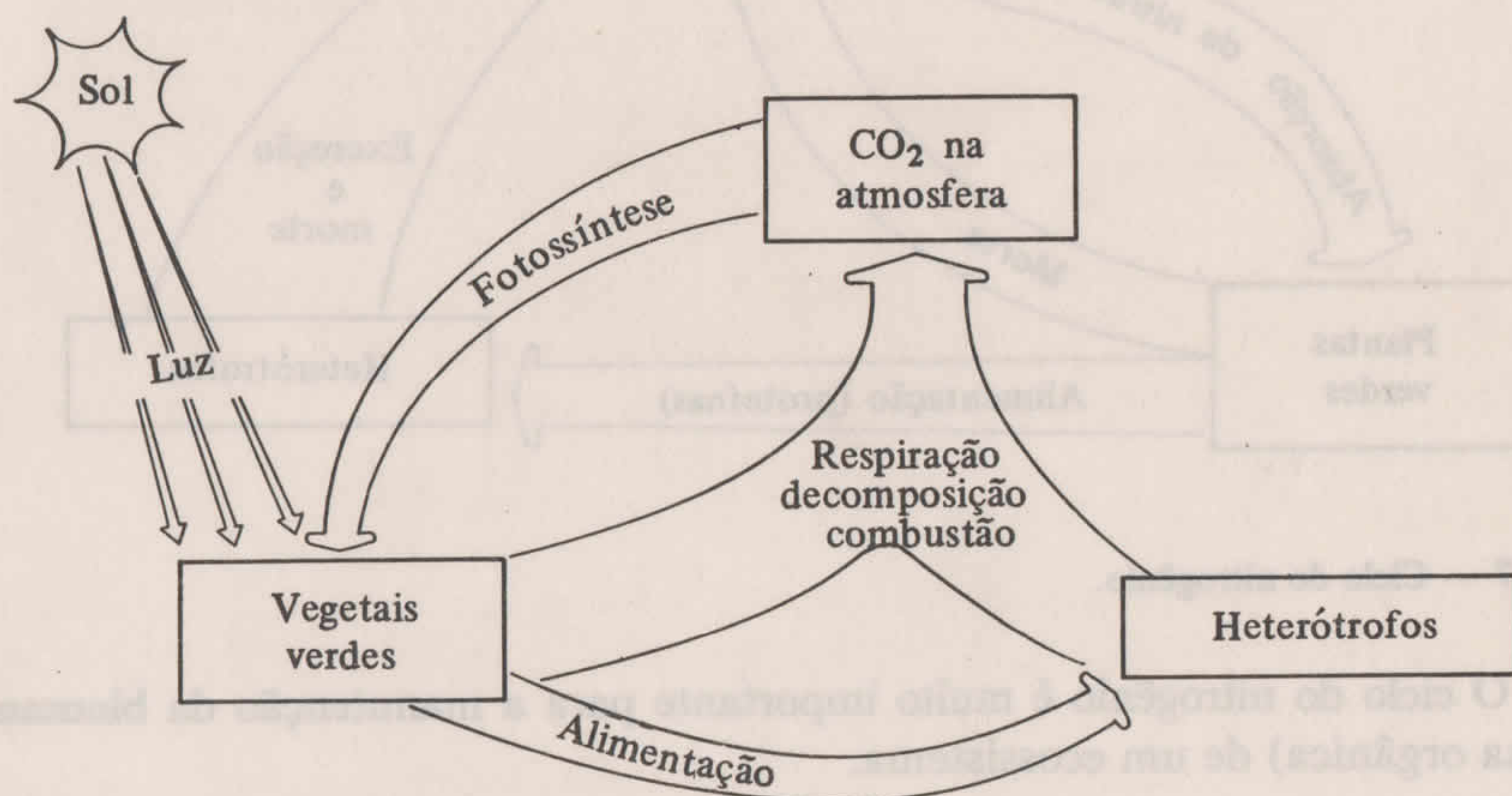


Fig. 9.6 — Ciclo do carbono.

Ciclo do nitrogênio

A maior parte do nitrogênio encontra-se na forma de N_2 na atmosfera. Como tal, não pode ser utilizado pela grande maioria dos seres vivos. Os vegetais conseguem absorver e aproveitar os nitratos, produzindo os aminoácidos. Somente algumas bactérias (chamadas de nitrificadoras) e algas azuis conseguem, com o nitrogênio do ar, produzir nitratos que serão utilizados pelos vegetais.

Este processo, que permite a fixação do nitrogênio livre nos seres vivos, é chamado **fixação do nitrogênio**. Quando os seres vivos excretam resíduos nitrogenados (ácido úrico, uréia, amônia) ou morrem, certas bactérias (chamadas desnitrificantes) liberam novamente o N_2 para a atmosfera.

Alguns tipos de bactérias nitrificadoras vivem associadas às raízes, formando nódulos de certas plantas chamadas leguminosas. Ex.: alfafa, soja etc.

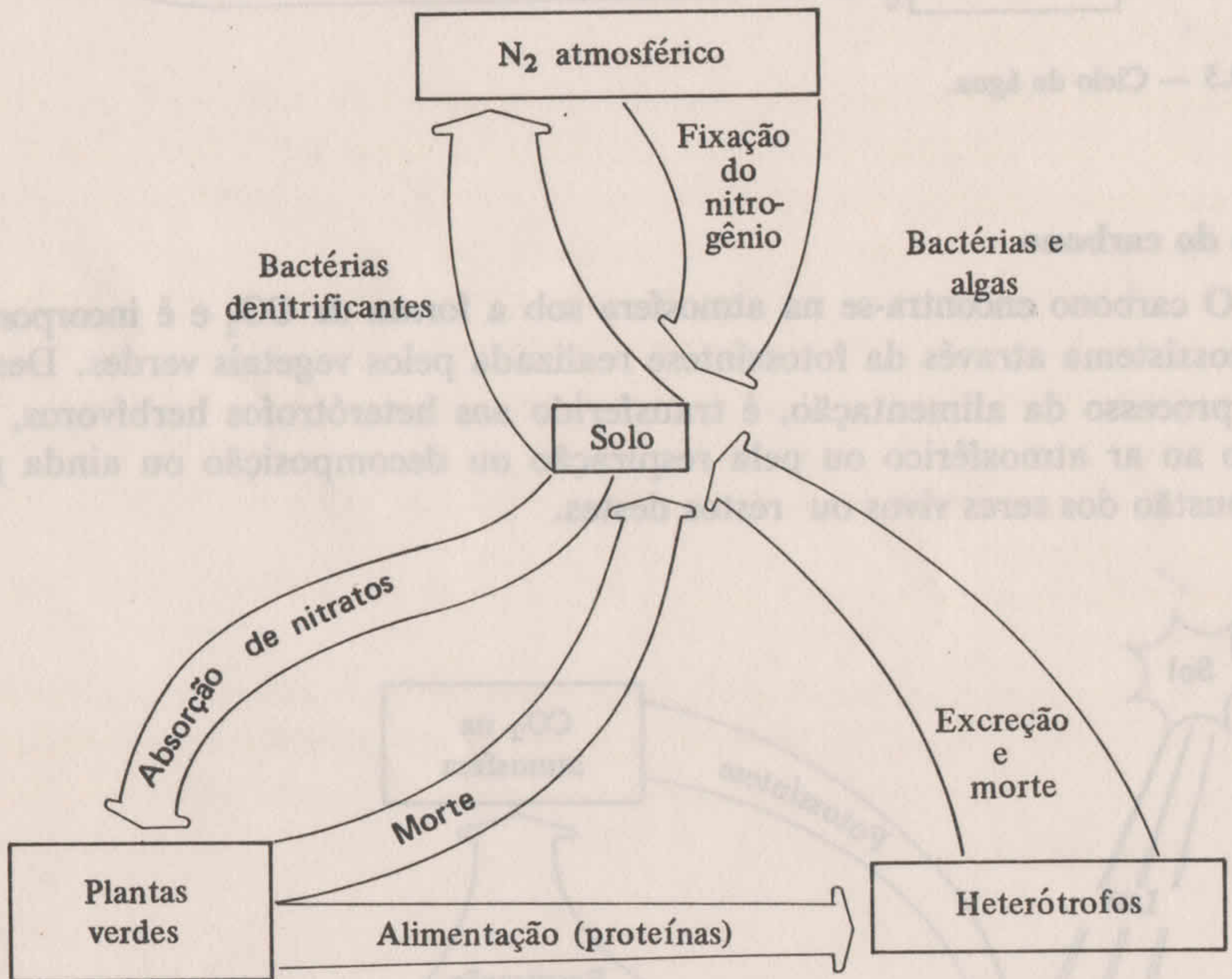


Fig. 9.7 — Ciclo do nitrogênio.

O ciclo do nitrogênio é muito importante para a manutenção da **biomassa** (massa orgânica) de um ecossistema.

e) **Fluxo de energia nos ecossistemas** — inicialmente, a energia luminosa (luz solar) é convertida em energia química, armazenada na **matéria orgânica**,

pelos vegetais (fotossíntese). Uma parte desta energia é consumida ou perdida pelos produtores e outra é transferida aos consumidores de 1.^a ordem (herbívoros). Estes, por sua vez, também consomem ou perdem energia, sendo que uma parte é transferida aos consumidores de 2.^a ordem. Da mesma forma, isto ocorre com os níveis tróficos superiores. O fluxo de energia ou a transferência de energia de um nível trófico a outro é unidirecional, isto é, não há retorno.

Distúrbios no equilíbrio de um ecossistema podem ocorrer quando as necessidades de energia se tornam maiores que o suprimento. Isto ocorre quando os consumidores, ao aumentarem em número, não são acompanhados pelos produtores nesse aumento. Em consequência, tem início a falta de alimento.

f) **População** — em Ecologia, população compreende todos os indivíduos de mesma espécie vivendo numa área determinada. A população constitui importante unidade biológica. Em Ecologia, uma população pode ser estudada sob diversos aspectos :

- **densidade:** quando nos referimos às quantidades de indivíduos por área ou volume. Ex.: 50 habitantes por km², 3000 *Euglenas* por litro de água.
- **natalidade:** quando nos referimos ao número de nascimentos em determinado intervalo de tempo (taxa de natalidade).
- **mortalidade:** quando nos referimos ao número de mortes em determinado intervalo de tempo (taxa de mortalidade).
- **distribuição etária:** quando nos referimos à proporção de indivíduos de diferentes idades. Uma população está em crescimento quando o número de jovens é superior ao número de velhos; está madura quando estes números são próximos.
- **dispersão:** quando nos referimos à distribuição dos indivíduos na área considerada.

As populações apresentam flutuações, ou seja, oscilações na densidade. Estas flutuações geralmente ocorrem ao redor de uma média aproximadamente constante. A este equilíbrio chamamos **homeostase** ou **equilíbrio dinâmico**.

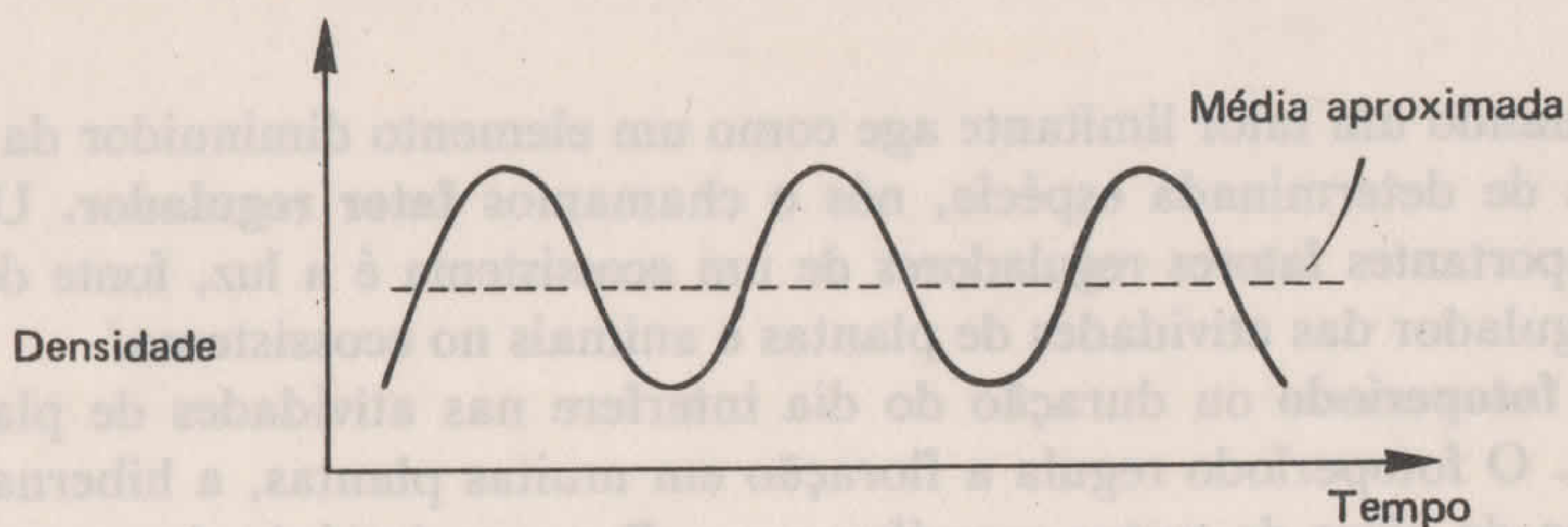


Fig. 9.8 — Gráfico da homeostase.

g) **Sociedades** — as sociedades são interações que ocorrem entre indivíduos da mesma espécie (homotípicas). Estas interações existem em populações que conseguiram adaptações de estruturas e de comportamento, conferindo-lhes grandes vantagens no ambiente onde vivem. Basicamente, a organização da sociedade exige hierarquia social, liderança, delimitação territorial, além de um equilíbrio entre competição e cooperação. Podemos dizer que sociedade é uma população organizada. Ex.: sociedade das abelhas (composta por rainha, operária e zangão); sociedade dos cupins.

Os componentes não apresentam ligações físicas, isto é, nas sociedades, os membros não são ligados anatomicamente, o que não acontece com as **colônias**, onde os indivíduos permanecem ligados. Os corais, por exemplo, são colônias de indivíduos.

Fatores limitantes e reguladores de um ecossistema: qualquer fator que tende a baixar o crescimento potencial de um ecossistema constitui um fator limitante, que pode agir por excesso ou escassez. Ex.: se peixes estiverem morrendo em um rio poluído, o primeiro fator a ser investigado será a concentração de oxigênio na água, uma vez que o oxigênio esgotado é de difícil reposição no meio aquático. Se, entretanto, pequenos mamíferos estiverem morrendo num campo, os primeiros fatores a serem investigados serão doenças ou contaminação do local por algum veneno (inseticida) e não a falta de oxigênio (fig. 9.9).



Fig. 9.9

Quando um fator limitante age como um elemento diminuidor da sobrevivência de determinada espécie, nós o chamamos **fator regulador**. Um dos mais importantes fatores reguladores de um ecossistema é a luz, fonte de energia e regulador das atividades de plantas e animais no ecossistema.

O **fotoperíodo** ou duração do dia interfere nas atividades de plantas e animais. O fotoperíodo regula a floração em muitas plantas, a hibernação, a mudança de pêlos de certos mamíferos e a **diapausa** (estágio de repouso) em insetos.

Exemplo de fotoperíodo

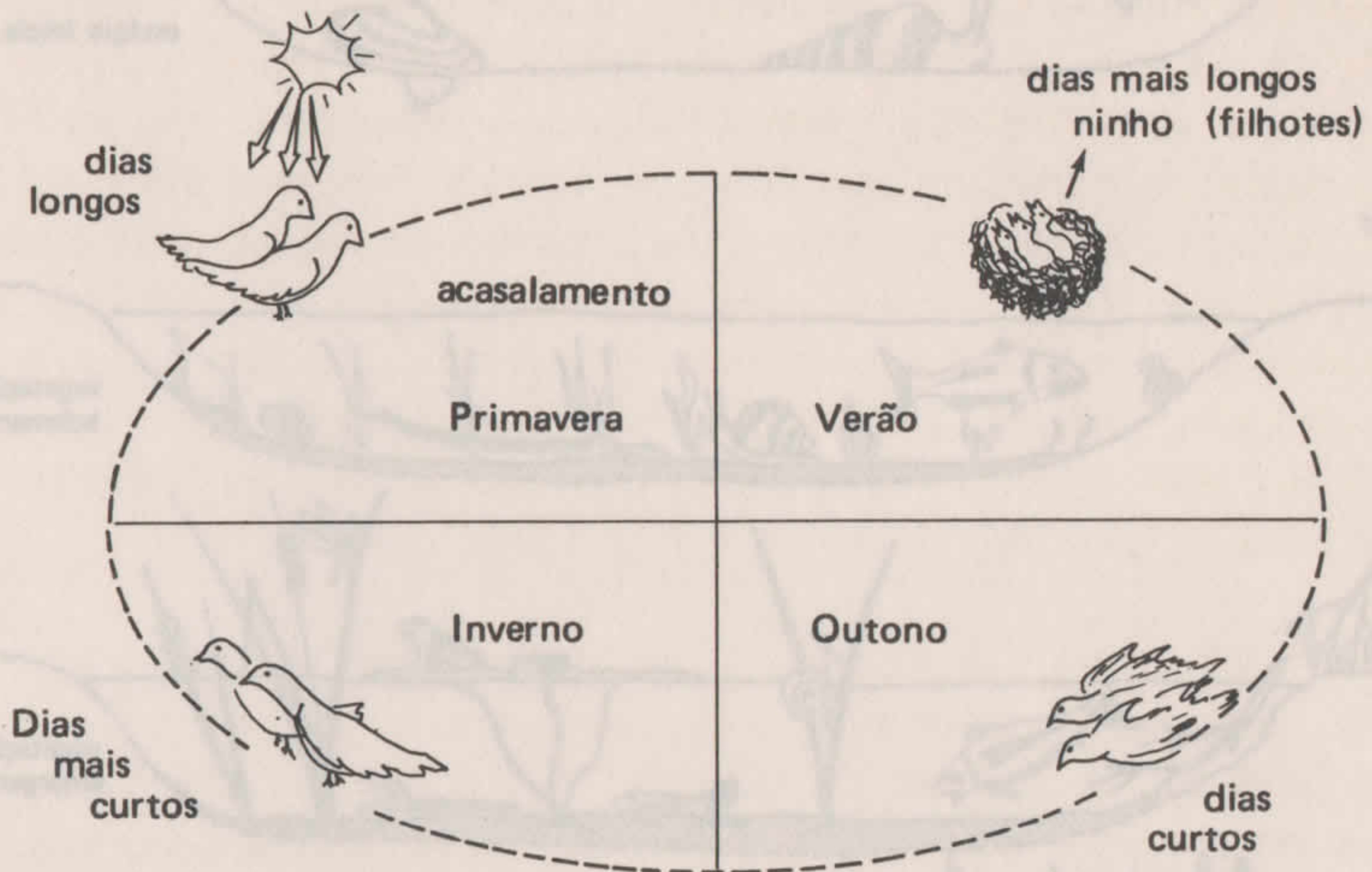


Fig. 9.10 — Exemplo de fotoperíodo: atividade reprodutora das aves.

h) **Sucessão ecológica** — os ecossistemas mudam com o tempo, passando por diversos estágios até chegarem ao **estágio clímax**, estado ideal de estabilidade. As modificações que ocorrem constituem o processo de **sucessão ecológica**.

Sucessão primária é aquela que ocupa uma área desfavorável. Ex: areia, lava vulcânica etc.

Sucessão secundária é a que se desenvolve em áreas que já foram ocupadas por comunidades bem estabelecidas. Ex.: áreas de cultura abandonada, florestas derrubadas etc.

A sucessão ecológica compreende modificações nos tipos de plantas e animais no decorrer do tempo; a biomassa (massa de matéria viva) aumenta à medida que o tempo passa; a diversidade de espécies tende a aumentar. Os primeiros estágios são mais produtivos; o homem necessita deles como fonte de alimento. Quando o estágio é clímax, a produtividade é quase nula e a biomassa mantém-se constante. A floresta Amazônica é um exemplo de estágio clímax e uma fazenda agrícola é exemplo de um estágio inicial.

As comunidades que pertencem ao **estágio clímax** de um ecossistema são chamadas de **comunidades clímax** ou **biomas**. Os biomas terrestres são caracterizados principalmente pela sua vegetação e os biomas aquáticos, pela salinidade da água: de água doce ou marinhos.

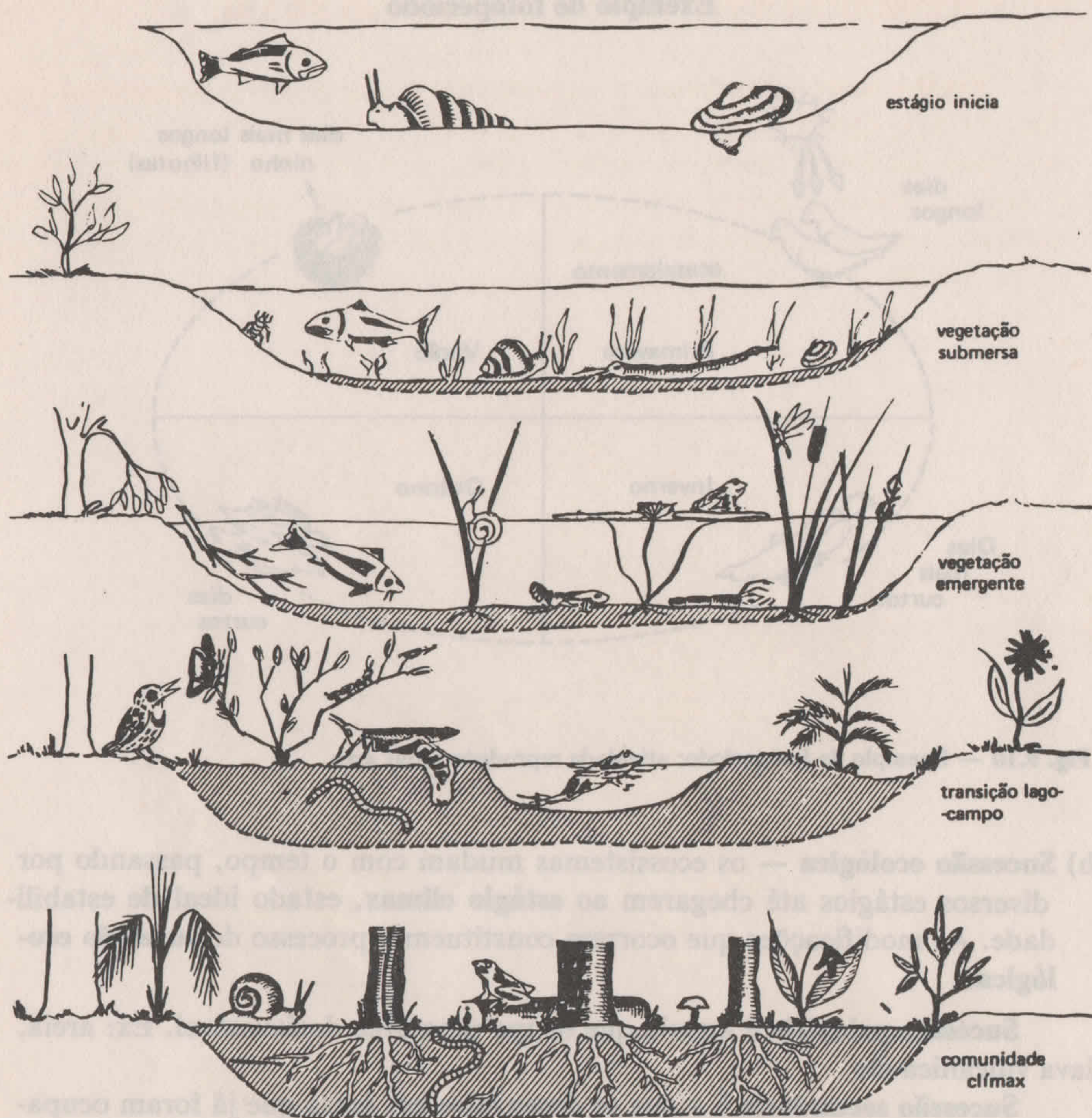


Fig. 9.11 — Sucessão Ecológica em um lago. (Buchsbaum)

O bioma marinho é composto de:

- **plâncton:** constituído de seres vivos (algas e animais) que flutuam na água
- **necton:** constituído de seres que nadam (peixes etc.)
- **benton:** constituído de seres fixos ou rastejantes

Conforme a luz, o ambiente marinho pode ser classificado em zonas:

- **zona eufótica** (\pm até 100 m de profundidade): onde há luz e, conseqüentemente, grande atividade fotossintética
- **zona disfótica** (de 100 a 300 m): onde a luz é difusa
- **zona afótica** (mais de 300 m): onde não há luz

III — FORMAÇÕES FITOGEOGRÁFICAS DO BRASIL

Região Amazônica: possui vegetação típica das florestas equatoriais úmidas, ou seja, apresenta grandes árvores onde se instalam epífitas e trepadeiras. As copas das árvores unem-se ao alto, tornando o interior da floresta sombrio. É região quente e úmida. **Nela encontramos grande variedade de espécies animais e vegetais, mas com populações pequenas.** A região amazônica ocupa cerca de 40% do território brasileiro.



Fig. 9.12 — Interior de uma floresta tropical. (Simpson e Cols)

Região das Caatingas: abrange o nordeste do país. O termo caatinga, de origem tupi, significa mata branca. Isto se deve ao fato de se apresentar verde só no inverno (época das chuvas), tendo, pois curta duração. No restante do

ano, sem folhas, a caatinga torna-se clara. São regiões de umidade baixa e temperatura elevada, chove pouco, os rios geralmente secam no verão e o solo é fértil. A vegetação é típica de regiões áridas (cactáceas). A região das caatingas ocupa cerca de 11% do território brasileiro.

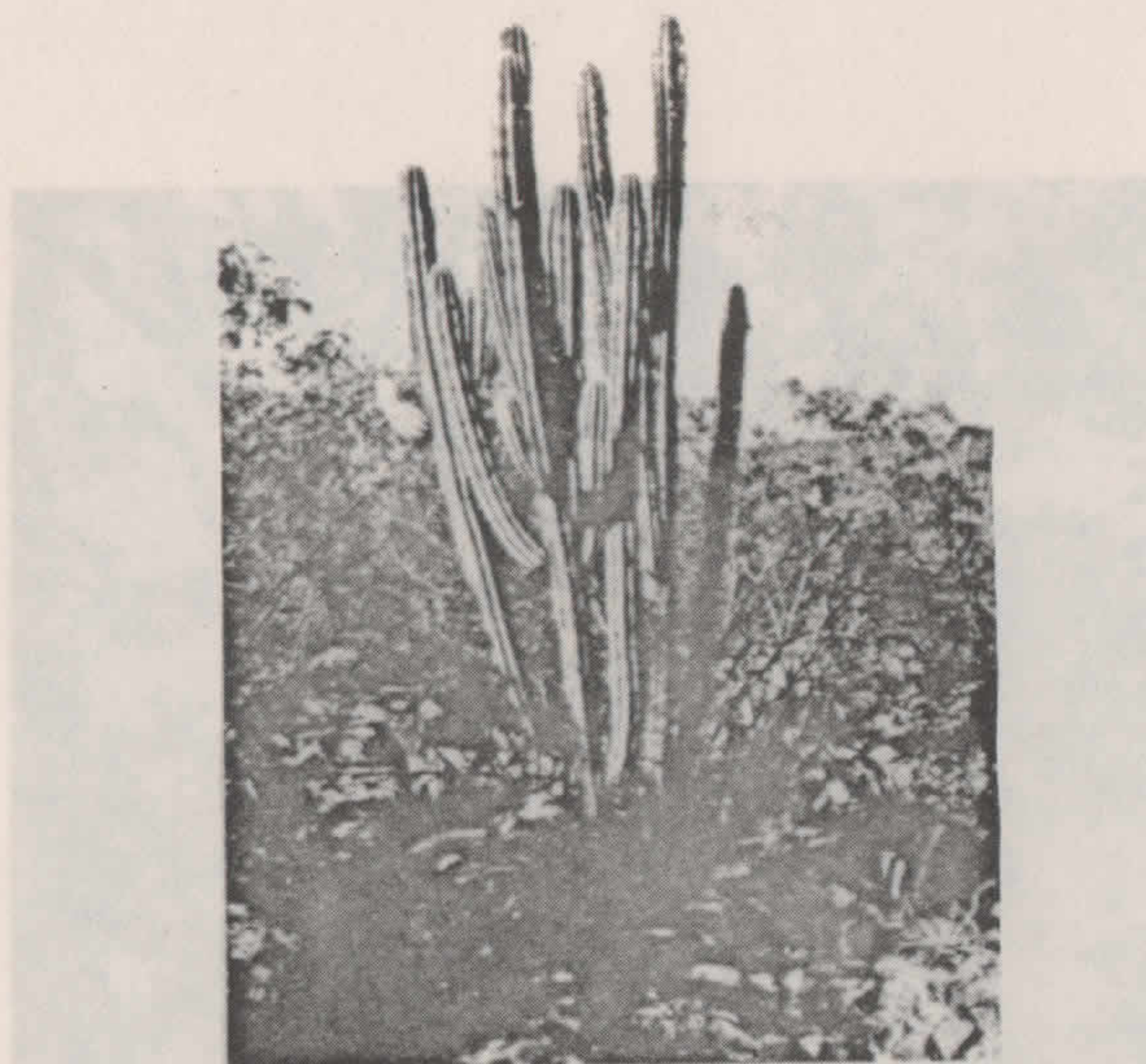


Fig. 9.13 — Caatinga do interior da Bahia, na época das chuvas.

Região dos Campos: abrange a maior parte do Brasil Central e parte do Sul. Os campos podem ser divididos em cerrados e limpos.

Campos cerrados são campos onde encontramos grande quantidade de arbustos e gramíneas. De um modo geral, ocupam regiões onde a estação seca perdura de 4 a 5 meses, ocorrendo chuvas nos meses restantes. O solo, em geral, é deficiente em numerosos compostos químicos, além de ser ácido. A vegetação é constituída de árvores e arbustos, de galhos tortuosos, casca grossa, folhas de superfícies brilhantes ou revestidas por camada espessa de pêlos. Tem-se a impressão de que são adaptadas a ambientes secos (xeromorfismo), o que não é verdade, pois o solo do cerrado apresenta-se úmido mesmo no período de seca.

Xeromorfismo significa adaptação a lugares secos.

O xeromorfismo das plantas do cerrado é falso, mas causado por: falta de nutrientes do solo e excesso de alumínio no mesmo, tóxico para a maioria dos vegetais.

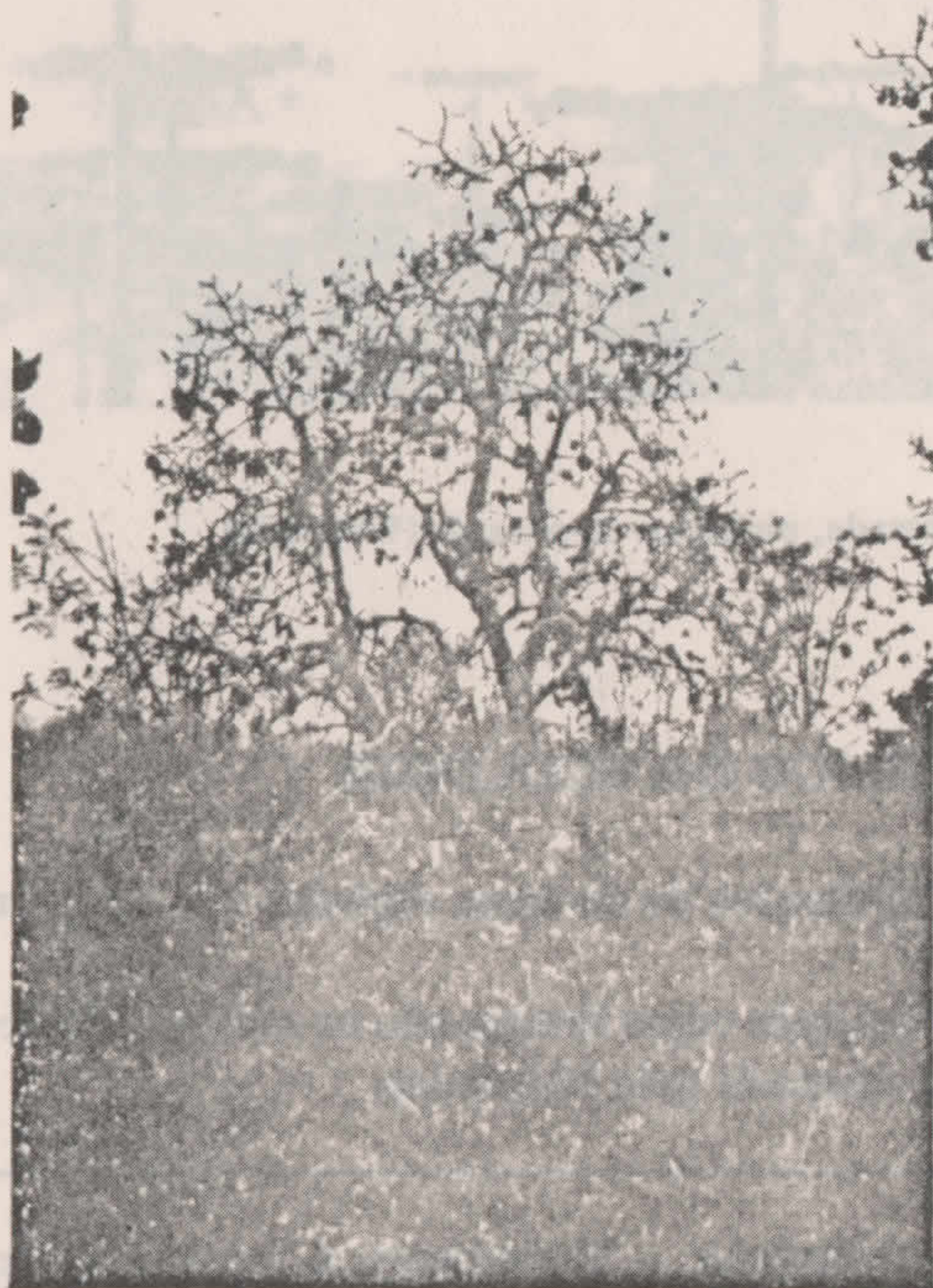


Fig. 9.14 — Campo Cerrado no Mato Grosso.

Campos limpos são campos ocupados principalmente por gramíneas. Também são conhecidos como **pampas**.

Região da Mata Costeira: compreende todo o litoral leste, apresenta vegetação exuberante, parecida com a amazônica. Ocupa cerca de 7% do território brasileiro.

Região Temperada ou Floresta de Araucárias: compreende as florestas da região sul, onde predominam os pinheiros. Ocupa cerca de 6% do território brasileiro.



Fig. 9.15 — Floresta temperada, pinheiros-do-paraná. (Wettstein)

IV — ALGUNS TERMOS DA ECOLOGIA

Comunidade: populações de diversas espécies que ocupam uma determinada área.

Biocenose: comunidade cujos limites são os mesmos do ecossistema.

Biótopo: espaço ocupado pela biocenose.

Portanto:

$$\text{ECOSSISTEMA} = \text{BIÓTOPO} + \text{BIOCENOSE}$$

Biosfera: porção da terra biologicamente habitada.

TESTES

388. (CESCEA) — A permanência da floresta amazônica luxuriante se explica por:
- a) alta precipitação pluviométrica
 - b) alta temperatura média anual
 - c) alta riqueza do solo em minerais
 - d) combinação de (a) e (b) e ciclagem de elementos minerais existentes no solo em baixa concentração

389. (CESCEM) — Em desertos do hemisfério norte, encontram-se arbustos dispersos, distribuídos tão uniformemente como se tivessem sido plantados a espaços regulares. As hipóteses abaixo, numeradas de I a III, referem-se a mecanismos de controle que tendem a manter as plantas espaçadas.

- I — Competição intra-específica pelo suprimento de água, eliminando todos os indivíduos dessa área, menos um.
- II — Mecanismo de auto-regulação: as raízes ou folhas produzem hormônios que inibem o desenvolvimento de outros indivíduos nas proximidades.
- III — Incêndios freqüentes, provocados pelas tempestades, que causam a destruição de grande número de indivíduos.

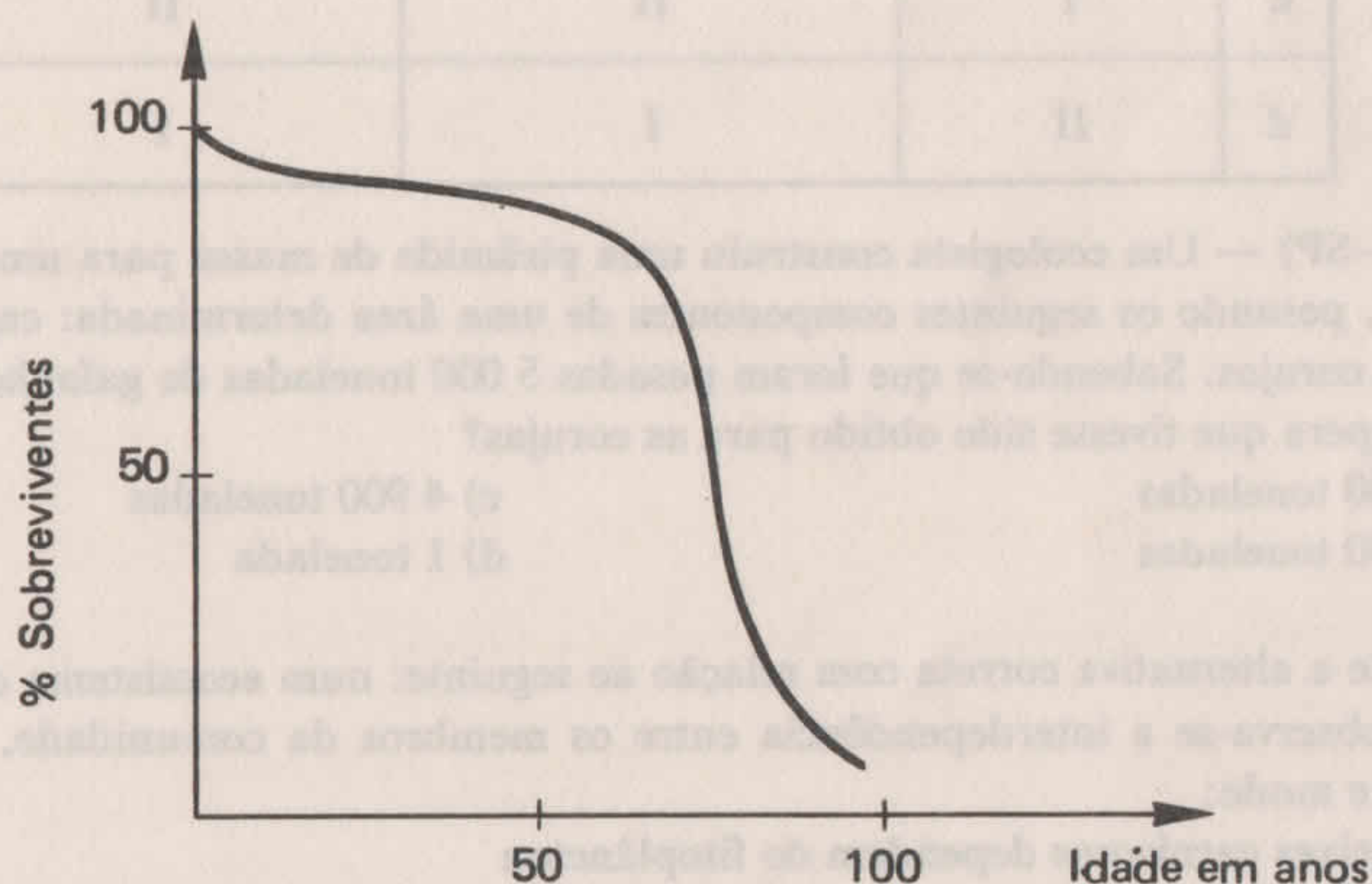
Destas hipóteses, aplica-se ou aplicam-se à situação descrita:

- a) apenas I
- b) apenas II
- c) I e II
- d) II e III

390. (CESCEM) — Um biólogo, querendo calcular o número de certos insetos (N) que viviam em determinada região, capturou uma amostra de 100 indivíduos (S_1), marcou-os e libertou-os novamente. Algum tempo depois coletou uma amostra igual (S_2) e verificou que nela havia 10 indivíduos marcados (S_3). Com esses dados pôde afirmar que a população de insetos na área era de 1000 indivíduos, uma vez que:

- a) $N : S_3 :: S_1 : S_2$
- b) $N : S_1 :: N : S_3$
- c) $N : S_1 :: S_3^2 : S_2$
- d) $S_1 : N :: S_3 : S_2$

(CESCEM) — **Instrução:** o gráfico abaixo refere-se à questão de número 391.



391. Qual das alternativas seguintes descreve a curva acima?

- a) a mortalidade inicial é lenta, aumentando com o tempo, quando os indivíduos passam a morrer em grande número
- b) a taxa de natalidade é pequena, mas a sobrevivência dos indivíduos é bastante longa
- c) a taxa de mortalidade mantém-se constante durante todo o período
- d) a mortalidade é maior no início, ocorrendo estabilização na fase final

392. (CESCEM) — Qual das alternativas abaixo representa o conjunto de organismos essenciais para manutenção de um aquário balanceado fechado?

	PRODUTOR	CONSUMIDOR	DECOMPOSITOR
a	+	-	-
b	+	+	-
c	+	-	+
d	-	+	+

393. (CESCEM) — Em uma ilha vivem aves (grupo I) que apresentam bicos com a mesma forma e têm hábitos alimentares semelhantes. Em outra ilha de tamanho semelhante vivem aves (grupo II) que apresentam bicos com forma variada e têm hábitos alimentares diferentes. Com base nessas informações, é possível prever o seguinte conjunto de condições para os grupos I e II:

	maior nº de indivíduos	mais alimento à disposição dos jovens	maior nº de nichos ecológicos
a	I	I	I
b	II	II	II
c	I	II	II
d	II	I	I

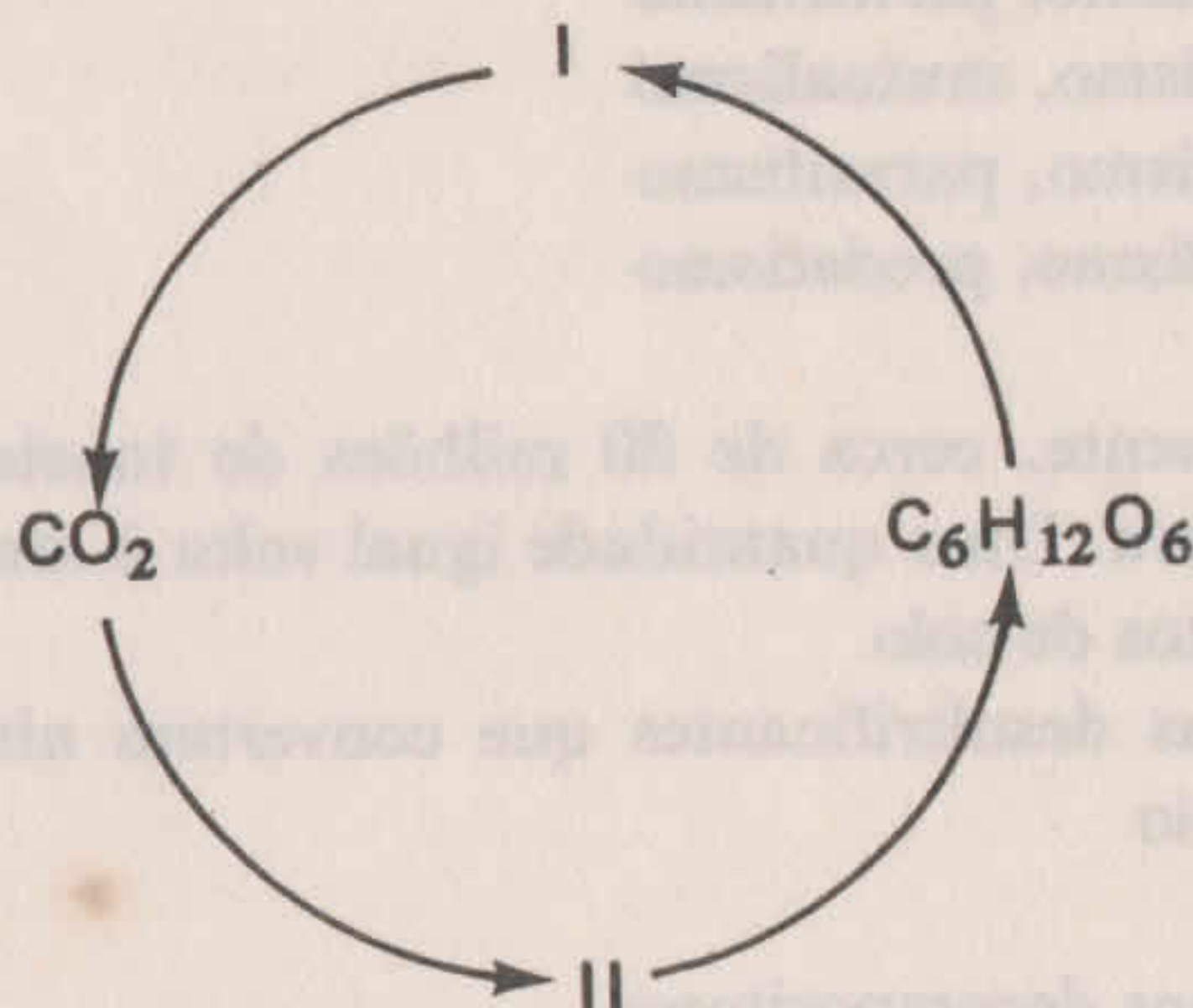
394. (PUC—SP) — Um ecologista construiu uma pirâmide de massa para uma comunidade de campo, pesando os seguintes componentes de uma área determinada: capim, gafanhotos, ratos e corujas. Sabendo-se que foram pesadas 5 000 toneladas de gafanhotos, que número você espera que tivesse sido obtido para as corujas?
- a) 5 500 toneladas
b) 5 000 toneladas
c) 4 900 toneladas
d) 1 tonelada
395. Assinale a alternativa correta com relação ao seguinte: num ecossistema completo de água doce, observa-se a interdependência entre os membros da comunidade, diretamente, do seguinte modo:
- a) os peixes carnívoros dependem do fitoplâncton
b) os hospedeiros dependem de seus parasitos
c) o zooplâncton depende do fitoplâncton
d) as plantas clorofiladas dependem do zooplâncton
396. Associe os termos às definições:
- a) fotoperiodismo
b) hibernação
c) habitat
d) dormência
- 1 — processo de adaptação dos animais ao inverno rigoroso ()
2 — lugar que uma determinada população ocupa em uma comunidade ()
3 — processo de adaptação das plantas ao inverno ()
4 — resposta de animais e plantas às variações dos períodos iluminados do dia ()

397. Considerando-se os tipos de relações entre:
- I. lombriga e homem
 - II. fungos e algas formando líquens
 - III. boi e capim
- pode-se dizer que, em I, II e III, temos, respectivamente:
- a) mutualismo, predatismo, parasitismo
 - b) predatismo, parasitismo, mutualismo
 - c) predatismo, mutualismo, parasitismo
 - d) parasitismo, mutualismo, predatismo
398. (CESCEA) — Anualmente, cerca de 80 milhões de toneladas de nitrogênio passam da atmosfera para a biosfera. Uma quantidade igual volta à atmosfera devido:
- a) à lavagem dos nitratos do solo
 - b) à ação das bactérias desnitrificantes que convertem nitrato em nitrogênio molecular e óxidos de nitrogênio
 - c) à nitrificação
 - d) à ação dos organismos decompositores
399. No cerrado, a vegetação xeromórfica (**xero** vem do grego e significa seca) reflete:
- a) falta d'água no solo
 - b) ação do fogo das queimadas
 - c) mecanismo de proteção contra seca
 - d) falta de nutrientes e excesso de alumínio no tecido vegetal
400. (CESCEA) — Sejam as três afirmativas:
- 1 — O xeromorfismo das plantas do cerrado indica solo pobre em nutrientes, muito ácido
 - 2 — As plantas de "caatinga" têm sistemas que evitam perda excessiva de água.
 - 3 — Perto do mar aparecem plantas adaptadas a concentrações altas de sal.
- Pode-se dizer que:
- a) as três afirmativas são verdadeiras
 - b) as três afirmativas são falsas
 - c) as duas primeiras são verdadeiras e a última é falsa
 - d) a primeira e a última afirmativa são verdadeiras, a segunda é falsa
401. Estudou-se uma população de pombos de determinada área durante 10 anos; verificou-se que a taxa média de natalidade foi de 40 e a de mortalidade de 30 pombos por ano. Com relação a essa população, pode-se dizer:
- a) que a taxa de natalidade foi elevada
 - b) que ela se tornou cada vez mais densa
 - c) que a taxa de mortalidade foi baixa
 - d) que ela se tornou cada vez menos densa
402. (Med. Taubaté—73) — São fatores importantes no estudo do crescimento e declínio de populações:
- a) natalidade
 - b) mortalidade
 - c) imigração
 - d) todos os citados
403. (CESCEA) Completar a frase com a expressão correspondente:
- "Conhecendo-se o _____ de uma espécie, pode-se saber como, onde e às custas de que se alimenta, para quem ela serve de alimento, onde e como se reproduz."

- a) habitat
- b) biótopo

- c) ecossistema
- d) nicho ecológico

404. (CESCEM) — Esta questão baseia-se no esquema abaixo, que é uma simplificação do ciclo do carbono.



Neste ciclo, se I representar os

- a) seres vivos, II representará os decompositores
- b) seres vivos, II representará os produtores
- c) seres vivos, II representará os consumidores
- d) produtores, II representará os decompositores

405. (CESCEA) — A associação biótica em que um ser se beneficia e o outro nada perde tem o nome de:

- a) comensalismo
- b) simbiose
- c) parasitismo
- d) heterotrofia

406. Qual dos termos abaixo engloba os fatores físicos e os fatores biológicos que operam em determinada área?

- a) ecossistema
- b) comunidade
- c) nicho ecológico
- d) população

407. (CESCEM) — Dois organismos vivem sem dependerem um do outro, porém ambos se beneficiam com a associação. A relação entre eles é chamada:

- a) predatismo
- b) antibiose
- c) mutualismo
- d) parasitismo

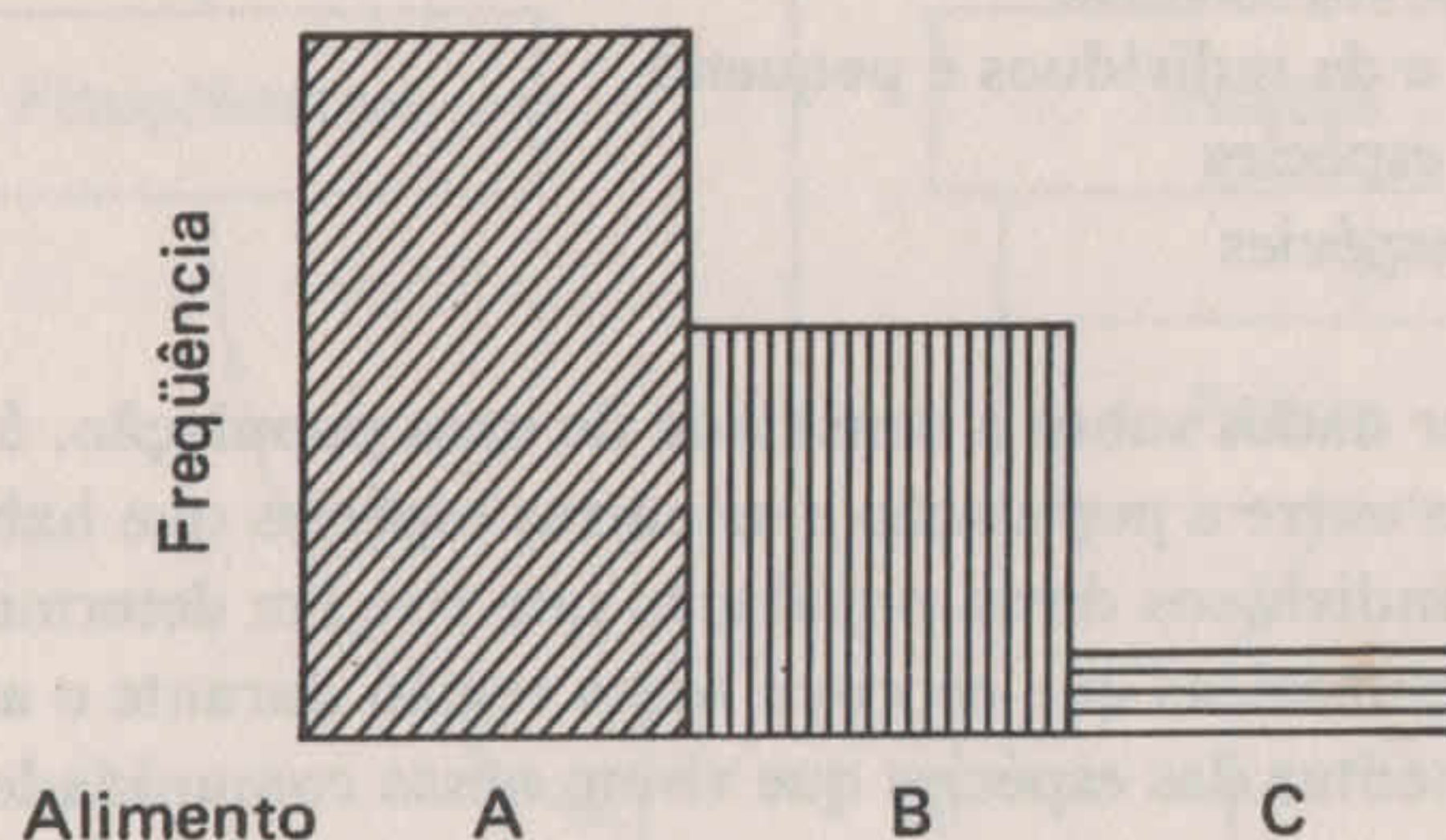
408. (CESCEM) — Em um aquário onde haja plantas clorofiladas, animais e decompositores o dióxido de carbono é eliminado como produto de excreção:

- a) por todos esses organismos
- b) apenas pelos animais e pelos decompositores
- c) apenas pelos animais e pelas plantas
- d) apenas pelas plantas e pelos decompositores

409. (CESCEA) — Pode-se definir como comensal o indivíduo que vive juntamente com outro:

- a) de espécie diferente, ambos se beneficiando com a associação
- b) de outra espécie, nenhum se beneficiando
- c) de espécie diferente, sendo o único beneficiado
- d) de mesma espécie, sendo o único beneficiado

410. (CESCEM) — Se classificarmos os consumidores de qualquer teia alimentar segundo a ordem que ocupam, aqueles que sempre ocuparão a ordem mais elevada serão:
- a) os decompositores c) os mamíferos carnívoros
b) os comensais d) as aves de rapina
411. Observando-se a frequência da procura de três tipos de alimentos por uma mesma espécie de inseto, durante cinco dias, obteve-se o seguinte gráfico:



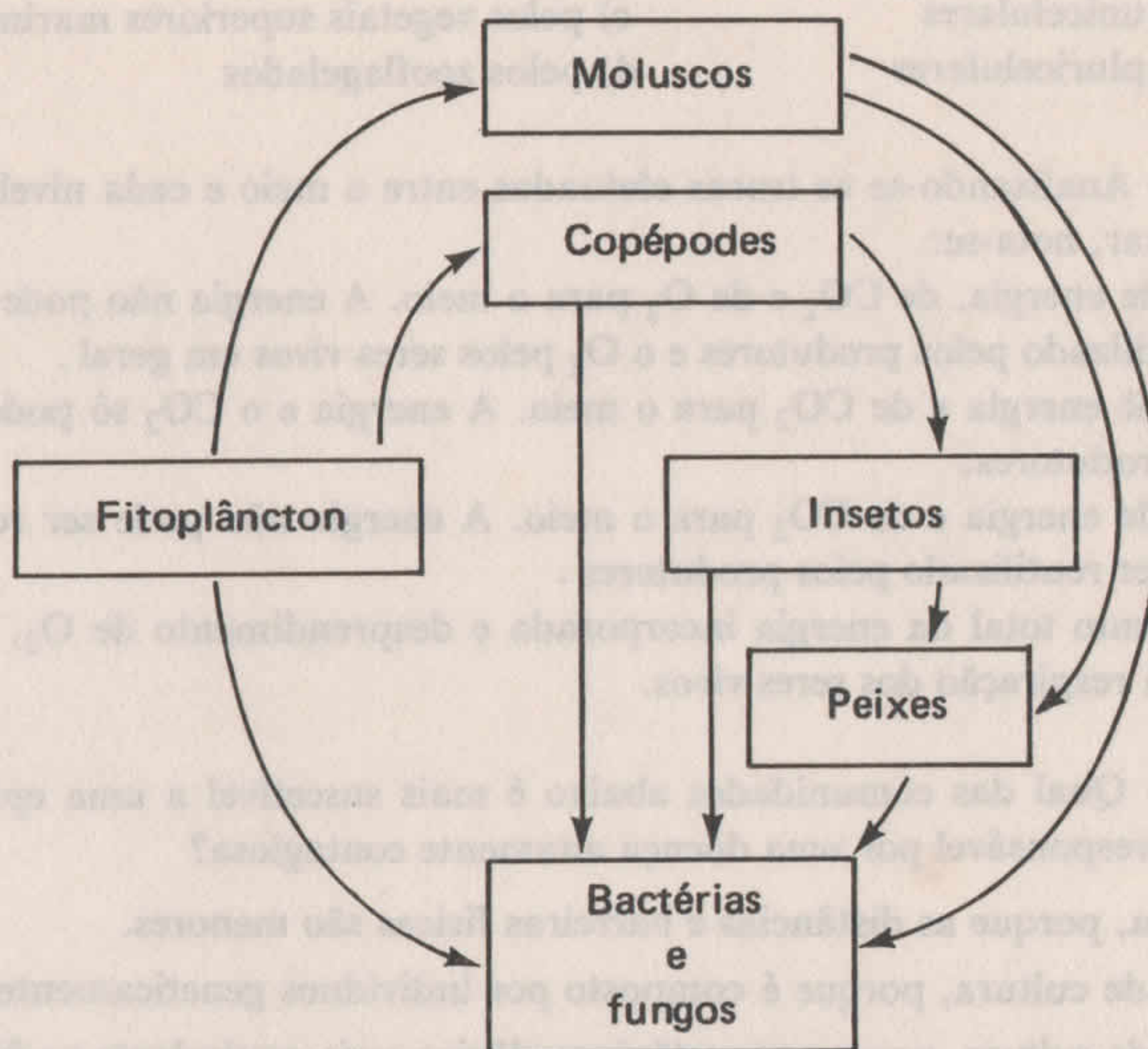
Com base nos dados representados no gráfico, qual das seguintes afirmações pode ser aceita?

412. (CESCEM) — Numa comunidade são encontradas os seguintes organismos: I árvores, II abelhas, III capim, IV coruja, V saúvas, VI gato selvagem. Qual das alternativas representadas no quadro abaixo apresenta a classificação correta desses organismos?

	PRODUTOR	CONSUMIDOR PRIMÁRIO	CONSUMIDOR SECUNDÁRIO
a	I — IV	V — VI	III — II
b	II — III	I — IV	V — VI
c	I — II	II — V	IV — VI
d	V — VI	III — I	II — IV

413. (CESCEM) — O que melhor descreve as inter-relações que fazem com que diferentes populações animais de uma floresta constituam uma comunidade é:
- a) a teia alimentar
b) a cadeia alimentar
c) a pirâmide de energia
d) o ciclo da matéria
414. (CESCEM) — Numa comunidade climácica, como a floresta amazônica, a produção de oxigênio é:
- a) igual ao próprio consumo, nada sendo incorporado a mais na atmosfera terrestre, visto que há aumento na biomassa
b) igual ao próprio consumo, nada sendo incorporado a mais na atmosfera terrestre, visto que **não** há aumento na biomassa.

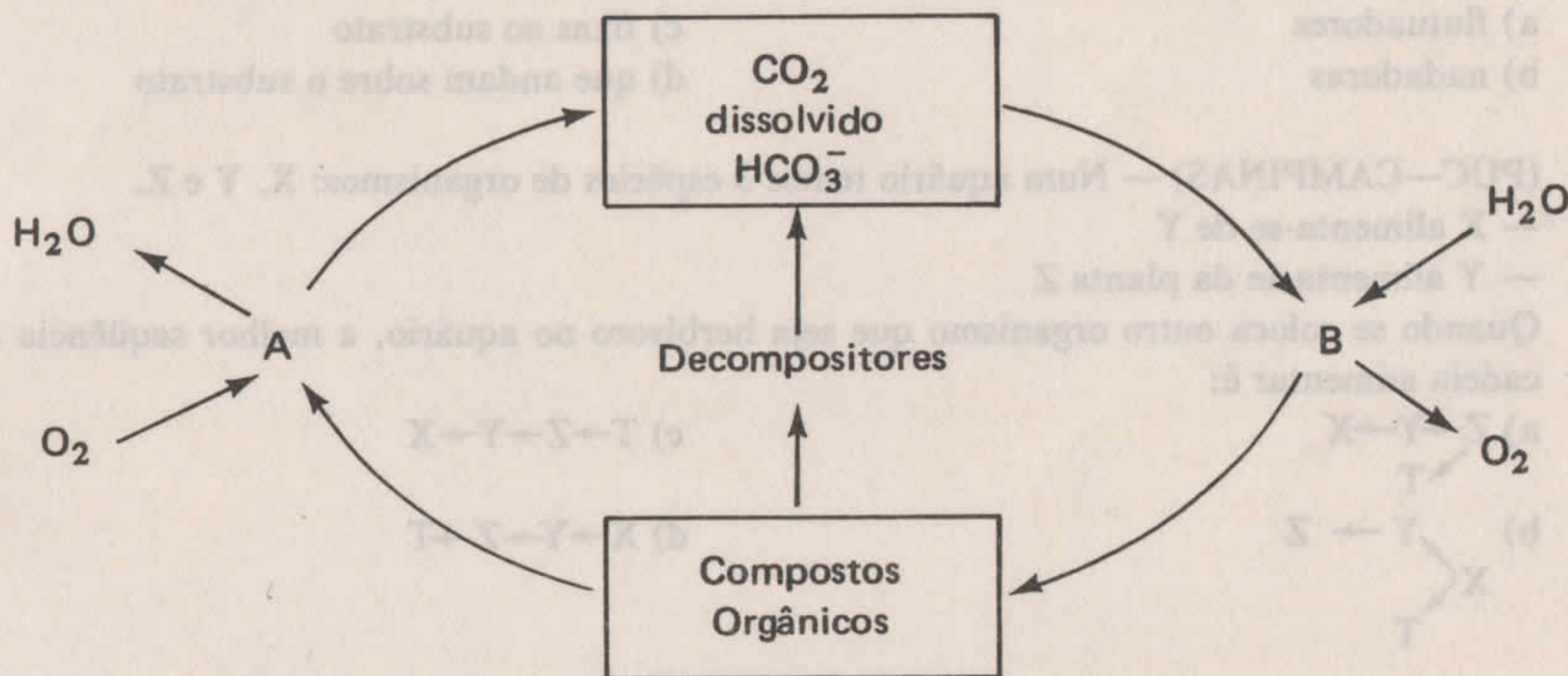
- c) maior que o próprio consumo, incorporando-se o saldo à atmosfera terrestre, visto que há aumento na biomassa
- d) maior que o próprio consumo, incorporando-se o saldo à atmosfera terrestre, visto que não há aumento na biomassa
415. (CESCEM) — Na área em que duas comunidades terrestres entram em contato, geralmente:
- todas as espécies estão em declínio
 - o número de espécies e de indivíduos é pequeno
 - há menor número de espécies
 - há maior número de espécies
416. (CESCEM) — Para obter dados sobre a densidade de uma população, é necessário:
- determinar as relações entre a população e as outras espécies que habitam a região
 - estimar o número de indivíduos dessa população que vive em determinado território
 - analisar as variações climáticas que ocorrem nessa região durante o ano
 - estabelecer a teia alimentar das espécies que vivem nessa comunidade
417. (CESCEM) — Quando as flores de **Yucca** se abrem, seu perfume atrai mariposas do gênero **Pronuba**, que copulam no seu interior. A fêmea coleta pólen, transforma-o em uma pequena bola e voa para outra **Yucca**. Aí, fura o ovário da flor para depositar seus ovos no interior. Vai então para o estigma e pressiona contra ele a bola de pólen. Algumas sementes, que depois se desenvolvem, servirão de alimento para a larva da mariposa. Este caso é um exemplo de:
- parasitismo
 - comensalismo
 - mutualismo
 - predatismo
418. (CESCEM) — Das alternativas abaixo, a única que permite um estudo completo de um ecossistema é:
- examinar as condições físicas e químicas do ambiente
 - estudar as relações entre as populações nele existentes
 - relacionar o meio abiótico à comunidade de organismos
 - estabelecer a densidade das populações nele existentes
419. (CESCEM) — Em um lago havia três espécies de peixes: A, que vivia na superfície alimentando-se de insetos e era a espécie dominante; B, que também vivia na superfície, mas se alimentava de plâncton; C, que vivia nas profundidades. O homem introduziu a espécie D e, depois de algum tempo, B passou a ser a espécie dominante. Esses dados permitem supor que a espécie D:
- tem taxa reprodutiva igual à das espécies nativas
 - compete com B pelo alimento
 - compete com A pelo alimento
 - também vive nas profundidades do lago
420. (CESCEM) — A relação ecológica entre os ruminantes e os microorganismos que vivem em seus estômagos é classificada como um caso de:
- sapofitismo
 - mutualismo
 - comensalismo
 - parasitismo
421. (CESCEM) — O esquema abaixo representa uma teia alimentar em uma comunidade de lagoa.



Sabendo-se que os peixes dessa comunidade servem de alimento para uma ave, podemos dizer que, nessa teia alimentar, essa ave se comporta, exclusivamente como:

- a) consumidor de segunda ordem
- b) consumidor de terceira ordem
- c) consumidor de segunda e de terceira ordens
- d) consumidor de terceira e de quarta ordens

(CESCEM) — **Instrução:** O esquema abaixo refere-se à questão de número 422.



422. No ciclo do carbono em ambientes aquáticos, esquematizado acima:

- a) o fitoplâncton participa apenas da etapa A
- b) o fitoplâncton participa apenas da etapa B
- c) o zooplâncton participa das etapas A e B
- d) o fitoplâncton participa das etapas A e B

423. (CESCEM) — No mar aberto, o papel correspondente ao das gramíneas de um pasto é desempenhado:

- a) pelas algas unicelulares
- b) pelas algas pluricelulares

- c) pelos vegetais superiores marinhos
- d) pelos zooflagelados

424. (CESCEM) — Analisando-se as trocas efetuadas entre o meio e cada nível trófico de uma cadeia alimentar, nota-se:
- a) devolução de energia, de CO_2 e de O_2 para o meio. A energia não pode ser reutilizada. O CO_2 é utilizado pelos produtores e o O_2 pelos seres vivos em geral.
 - b) devolução de energia e de CO_2 para o meio. A energia e o CO_2 só poderão ser utilizados pelos produtores.
 - c) devolução de energia e de CO_2 para o meio. A energia não pode ser reaproveitada. O CO_2 pode ser reutilizado pelos produtores.
 - d) aproveitamento total da energia incorporada e desprendimento de O_2 , que poderá ser utilizado na respiração dos seres vivos.

425. (CESCEM) — Qual das comunidades abaixo é mais suscetível a uma epidemia causada por um fungo responsável por uma doença altamente contagiosa?
- a) Uma floresta, porque as distâncias e barreiras físicas são menores.
 - b) Um campo de cultura, porque é composto por indivíduos geneticamente semelhantes.
 - c) Um campo de cultura, porque seu estágio ecológico seria equivalente ao final de sucessão.
 - d) Um campo de cultura, porque é bem adubado.

426. (CESCEM) — Levando-se em conta apenas o tipo de locomoção para a dispersão ativa de animais terrestres num determinado período de tempo, podemos estabelecer, em ordem crescente de dispersão efetiva, a seguinte sequência: cavadores — rastejadores — trepadores — corredores — saltadores — voadores
- Por analogia, podemos afirmar que a dispersão de animais marinhos é mais rápida e maior em espécies:

- a) flutuadores
- b) nadadoras

- c) fixas ao substrato
- d) que andam sobre o substrato

427. (PUC—CAMPINAS) — Num aquário temos 3 espécies de organismos: X, Y e Z.
- X alimenta-se de Y
 - Y alimenta-se da planta Z

Quando se coloca outro organismo que seja herbívoro no aquário, a melhor sequência da cadeia alimentar é:

- a) $Z \rightarrow Y \rightarrow X$

- c) $T \rightarrow Z \rightarrow Y \rightarrow X$

- b) $\begin{array}{c} \text{Y} \rightarrow \text{Z} \\ \text{X} \swarrow \searrow \\ \text{T} \end{array}$

- d) $X \rightarrow Y \rightarrow Z \rightarrow T$

428. (CESCEM) — Se uma vegetação clímax, tipo floresta, for totalmente derrubada e o local for abandonado, você espera que:
- a) inicialmente se estabeleça uma vegetação secundária, a qual será sucedida, gradativamente, por uma vegetação clímax do mesmo tipo que a original
 - b) a vegetação clímax se restabeleça imediatamente
 - c) ocorra tal como na primeira alternativa, todavia, a vegetação clímax final será do tipo savana
 - d) ocorra tal como na primeira alternativa, todavia, a vegetação clímax final será do tipo deserto

PROGRAMA DE SAÚDE

CAPÍTULO

10

I — CONCEITO DE SAÚDE E DOENÇA

A Organização Mundial de Saúde (OMS) estabeleceu que **saúde é o estado de completo bem-estar físico, mental e social.**

Por doença entende-se as alterações que dificultem ou impossibilitem a função eficiente de um órgão, aparelho ou organismo. A parte da ciência que estuda as doenças é chamada **Patologia** (do grego: **pathos**, doença + **logos**, estudo).

II — TIPOS DE DOENÇAS

Doenças infecciosas são doenças em que ocorre uma interação entre o agente patogênico e o hospedeiro. Apresentam sinais e sintomas próprios.

Doenças por deficiências resultam da falta de substâncias essenciais na alimentação.

Doenças alérgicas são aquelas causadas por substâncias do meio e que provocam irritabilidade no doente.

Doenças mentais são doenças resultantes de perturbações mentais.

Doenças hereditárias são doenças transmitidas de pais para filhos através dos cromossomos.

Doenças degenerativas são aquelas que surgem com a idade avançada.

Encontramos doenças que se encaixam, ao mesmo tempo, em dois, três ou mais tipos.

Doenças congênitas são aquelas que o indivíduo já apresenta ao nascer; podem não ser hereditárias. Ex.: sabemos que mulher com sífilis pode ter filhos com sífilis. Isto é congênito e não hereditário, pois a sífilis é causada por uma bactéria (*Treponema pallidum*) e não por genes.

III — DOENÇAS INFECCIOSAS

As doenças infecciosas em si não são transmissíveis; mas, o que passa de um hospedeiro a outro é o agente patogênico.

Um agente patogênico pode ter um, dois ou mais hospedeiros de espécies diferentes. Tais espécies podem ser específicas (ex.: o **Plasmodium sp**, causador da malária, tem como hospedeiros o mosquito-prego-**Anopheles sp** — e o ser humano) ou não específicas (ex.: vírus causador da raiva, que pode infectar o ser humano, o rato, o gato, o cachorro, o macaco etc.).

Virulência é o grau com que o agente patogênico é capaz de infectar o hospedeiro.

Imunidade (do latim **immune**, sem encargo) é uma série de reações que o hospedeiro desenvolve a fim de eliminar o agente patogênico.

A imunidade consiste, pois, na produção de substâncias chamadas anticorpos que neutralizam as substâncias produzidas pelos agentes patogênicos (antígenos) ou anulam a sua virulência.

A presença dos antígenos estimula o hospedeiro a produzir os anticorpos.

A imunidade pode ser classificada em imunidade ativa e imunidade passiva.

A **imunidade ativa** ocorre quando o próprio hospedeiro produz o anticorpo. Por exemplo, por uma doença espontânea, como o sarampo, que o indivíduo só contrai uma vez (os anticorpos produzidos permanecem no indivíduo por toda a sua vida) ou por inoculação artificial do agente patogênico (antígeno), morto ou enfraquecido. Neste caso, dizemos que o hospedeiro tomou uma vacina.

A **imunidade passiva** ocorre quando um animal recebe o agente patogênico (antígeno) e contra ele produz o anticorpo; do sangue deste animal extrai-se o soro que possui os anticorpos e injeta-se num outro (podendo ser uma pessoa), que se cura da doença infecciosa. Note que aquele que recebeu o soro não produziu anticorpos, mas os recebeu.

As doenças, não só quanto à infecção mas quanto ao número de indivíduos contagiados, podem ser classificadas em epidemia, endemia e pandemia.

- **epidemia** (do grego **epi**, sobre; **demo**, povo): ocorre quando o número de doentes aumenta num curto espaço de tempo numa região.
- **endemia** (do grego **endo**, dentro; **demo**, povo): quando a espécie está em equilíbrio com os hospedeiros.

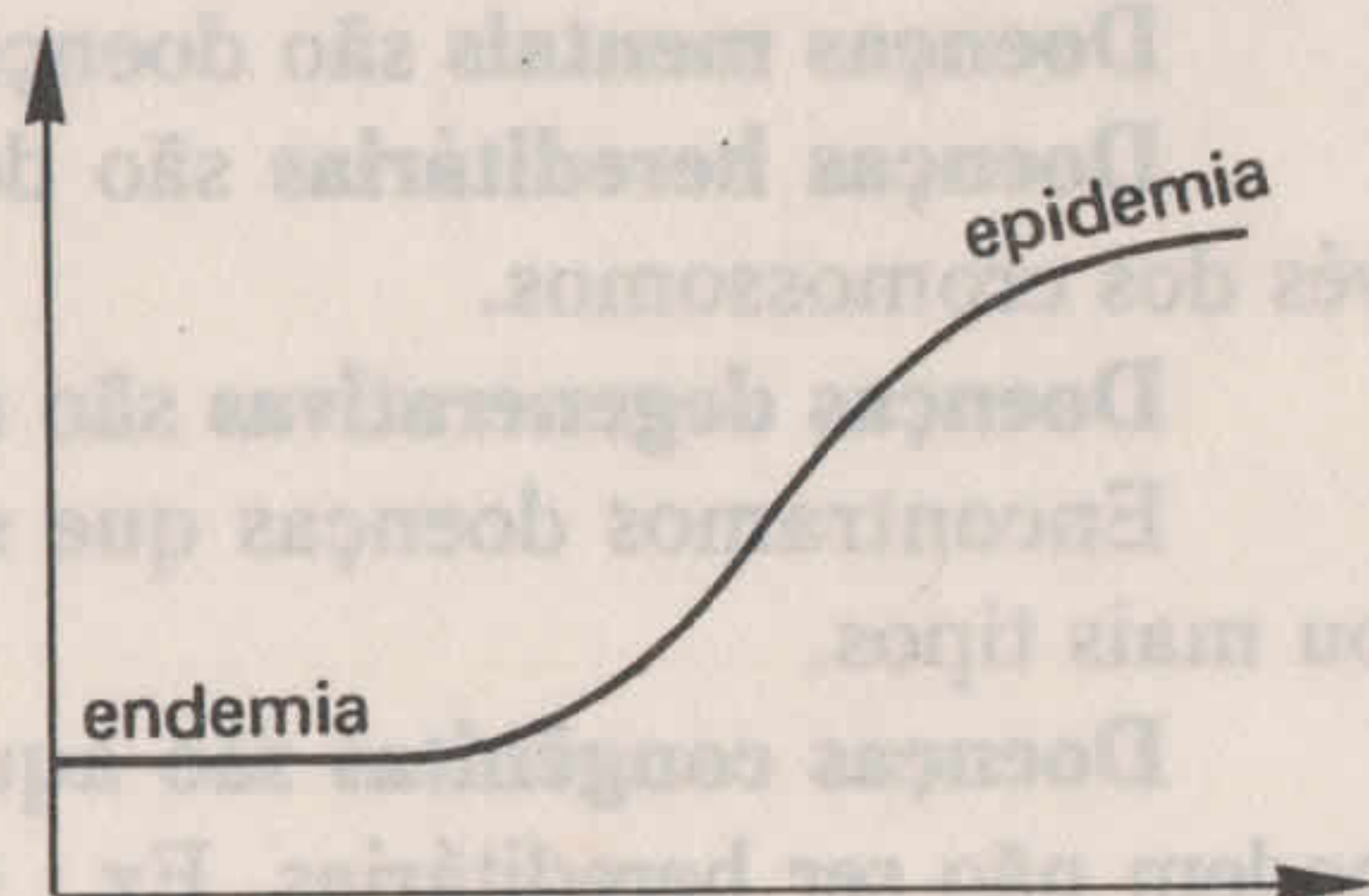


Fig. 10.1

— **pandemia** (**pan**, tudo; **demo**, povo): é uma epidemia generalizada que atinge muitas regiões, países ou continentes.

Muitas moléstias infecciosas, em estado endêmico, se convertem em epidemias, desde que as condições sejam favoráveis, tais como:

- a) baixa resistência da população hospedeira causada por deficiências alimentares, hereditariedade, falta de higiene etc.
- b) proliferação do agente patogênico causada por falta de saneamento, condições climáticas, hereditariedade etc.

Profilaxia (do grego **profilaxis**, prevenção) é o nome que se dá ao conjunto de princípios e práticas capazes de evitar as doenças.

IV — PARASITAS DO HOMEM

Agente patogênico: **Plasmodium sp** (protozoário)

Doença: malária (febre, tremedeira, maleita, febre dos pântanos)

Hospedeiro: homem (sangue)

Anopheles sp (tubo digestivo e glândula salivar)

No homem, as formas infestantes invadem as hemácias e as destroem, determinando violentos acessos de febre. O mosquito infesta-se picando uma pessoa doente. O plasmódio multiplica-se no interior do mosquito e desloca-se para as glândulas salivares de onde, através de uma picada, passa para o homem.

O **Plasmodium** é um protozoário que apresenta alternância de gerações. Na hemácia se reproduz assexuadamente por esporulação. Num determinado momento, aparecem formas sexuadas na corrente sanguínea. Se o **Anopheles** sugar o sangue de um doente, as formas sexuadas formarão gametas e se fecundarão no estômago do mosquito. O zigoto se deslocará para a glândula salivar, em seguida se multiplicará em formas assexuadas que serão inoculadas numa pessoa no momento da picada.

A **profilaxia da malária** envolve diversas fases: fase de ataque, fase de consolidação e fase de manutenção.

Fase de ataque: todas as casas da zona de malária são dedetizadas, iniciando-se a avaliação sistemática, feita através da colheita de amostras de sangue de pessoas febris. Iniciam-se as investigações dos casos e o tratamento radical dos doentes.

Fase de consolidação: verificada a interrupção da transmissão, as dedetizações das casas são suspensas, intensificando-se a busca ativa e passiva de casos de malária.

Fase de manutenção: decorrido um prazo de 3 ou mais anos da fase anterior, comprovada a ausência de transmissão, a área é submetida a uma no-

va avaliação a fim de se averiguar a qualidade de informação obtida, para então ser oficializada sua transferência para esta fase.

A busca de casos não é feita ativamente, mas decorre do bom funcionamento de uma rede de postos de notificação, instalados em unidades sanitárias, hospitais e laboratórios de análises.

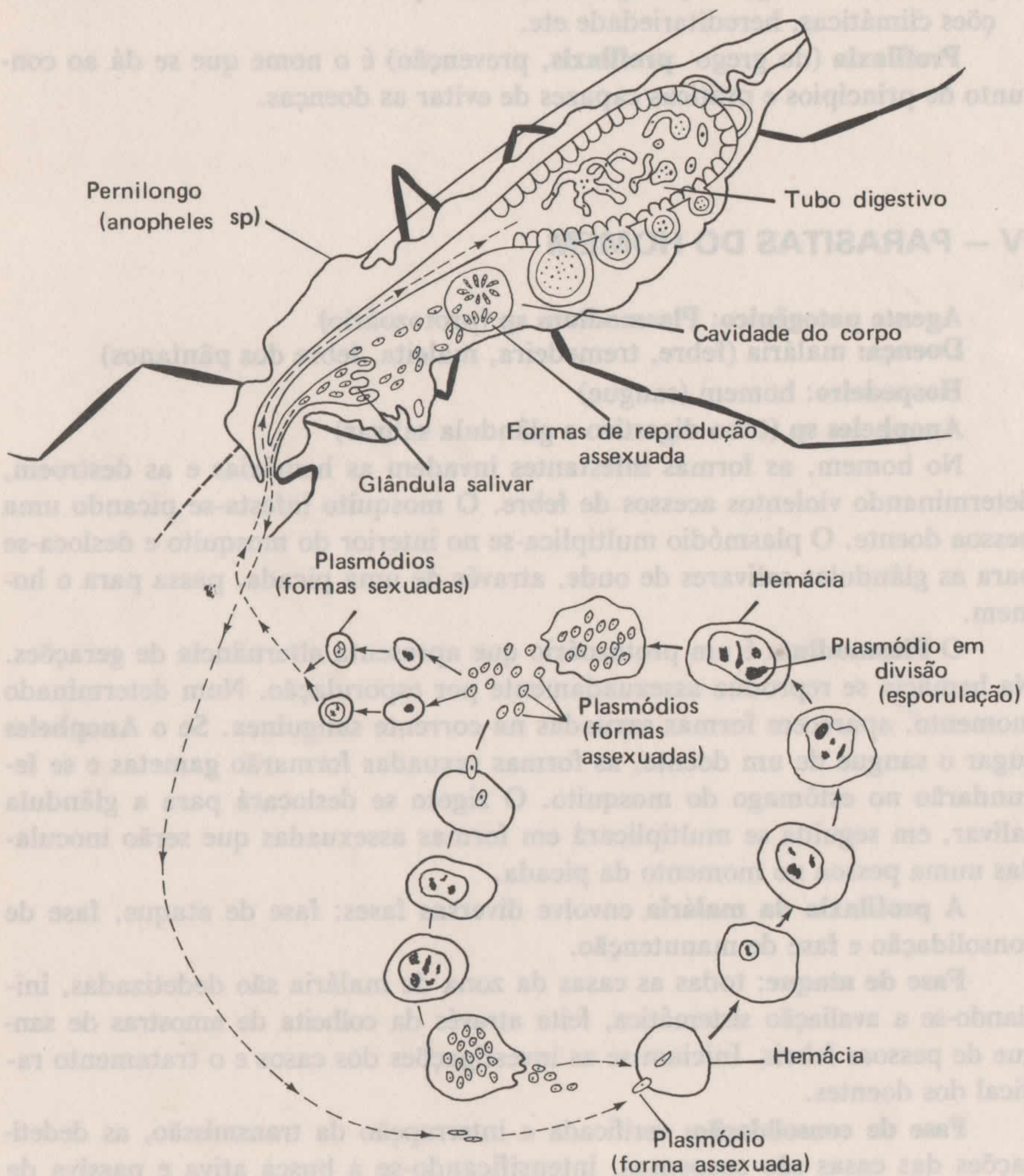


Fig. 10.2 — Ciclo do Plasmodio

Agente patogênico: Trypanosoma Cruzi (protozoário)

Doença: mal de Chagas

Hospedeiro: homem

Triatoma sp (barbeiro)

O barbeiro é um inseto hematófago (que se alimenta de sangue) que carrega o agente patogênico no seu tubo digestivo. Deixando as fezes com o protozoário sobre a pele da pessoa, que é picada durante a noite, transmite as formas infestantes. O **Trypanosoma** cai na corrente sanguínea e vai alojar-se nos músculos, especialmente no coração. O barbeiro se infesta ao picar uma pessoa doente.

A profilaxia do Mal de Chagas é feita eliminando-se os transmissores da doença (o barbeiro). Os triatomídeos são eliminados com a aplicação de BHC em casas e anexos da zona rural.

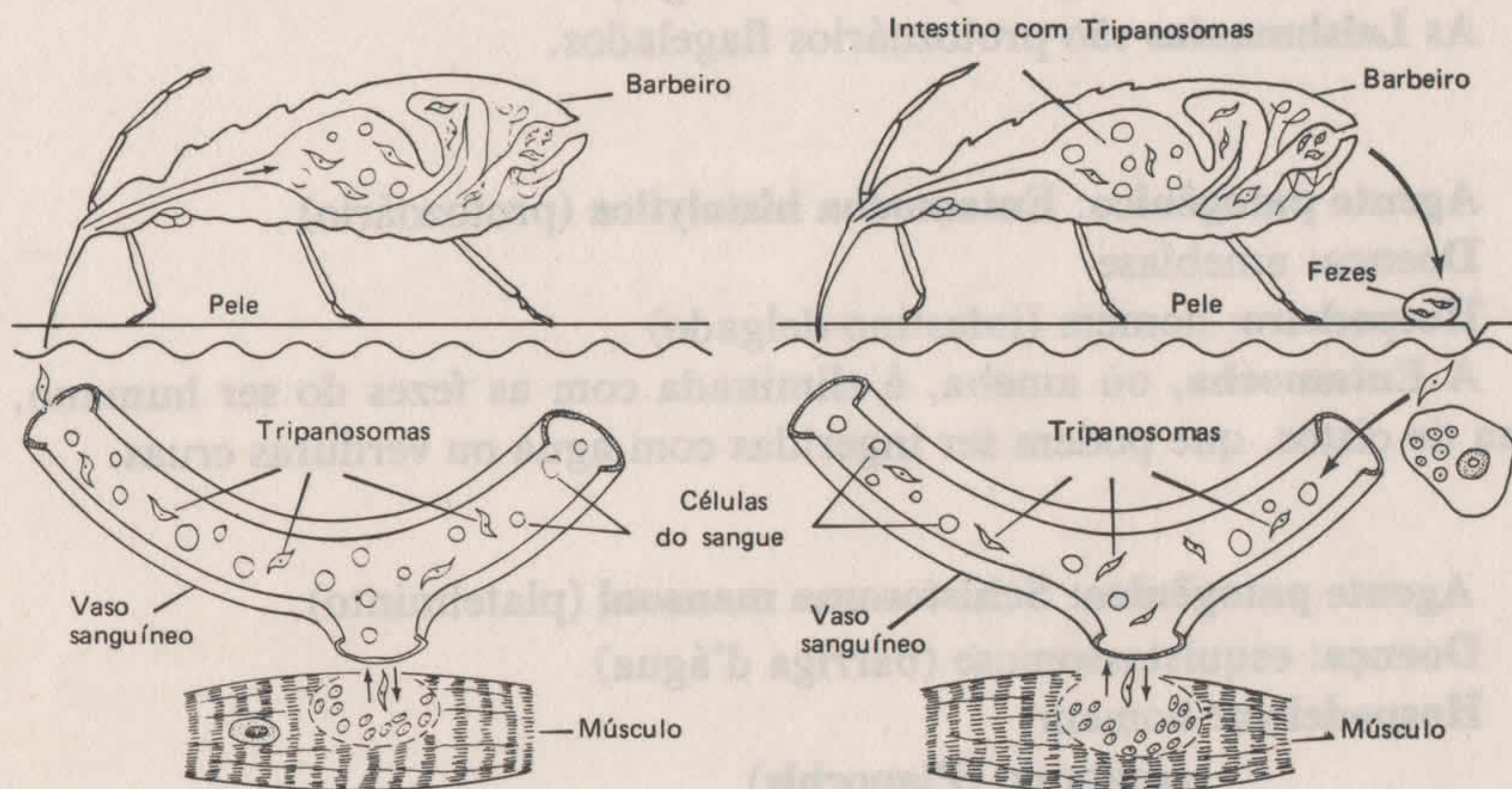


Fig. 10.3 — Ciclo do Trypanosoma.

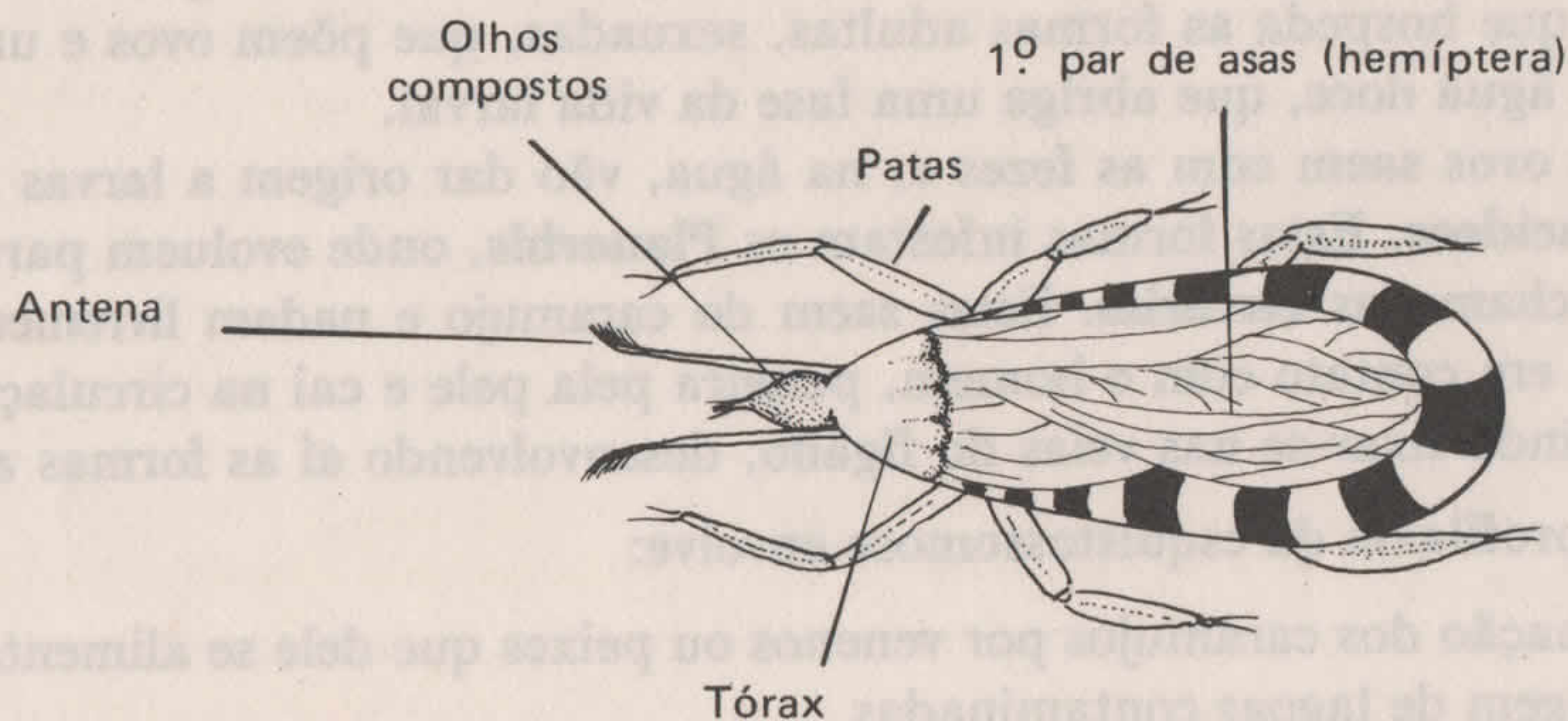


Fig. 10.4 — Barbeiro.

Agente patogênico: Trypanosoma gambiensi (protozoário)

Doença: doença do sono

Hospedeiros: homem (sistema nervoso central)

mosquito tsé-tsé (**Glossina palpalis**)

É comum nas regiões tropicais da África, fazendo com que o homem morra dormindo. A doença é transmitida pela picada do mosquito que se infestou ao picar uma pessoa doente.

Agentes patogênico: Leishmania sp

Doença: Úlcera de Bauru ou botão do oriente

Hospedeiros: homem (úlceras de Bauru — derme, mucosa do nariz, botão do oriente — derme)

Phlebotomus (mosquito-palha ou birigui)

As **Leishmanias** são protozoários flagelados.

Agente patogênico: Entamoeba histolytica (protozoário)

Doença: amebíase

Hospedeiro: homem (intestino delgado)

A **Entamoeba**, ou ameba, é eliminada com as fezes do ser humano, na forma de cistos, que podem ser ingeridas com água ou verduras cruas.

Agente patogênico: Schistosoma mansoni (platelminto)

Doença: esquistossomose (barriga d'água)

Hospedeiros: homem

caramujo (**Planorbis**)

O homem se infesta quando utiliza água contaminada por formas jovens (larvas) do parasita. O ciclo ocorre em dois hospedeiros obrigatoriamente: o homem que hospeda as formas adultas, sexuadas, que põem ovos e um caramujo de água doce, que abriga uma fase da vida larval.

Os ovos saem com as fezes e, na água, vão dar origem a larvas chamadas **miracídeos**. Estas formas infestam os **Planorbis**, onde evoluem para novas formas, chamadas **cercárias**. Estas saem do caramujo e nadam livremente. Esta água, em contato com o homem, penetra pela pele e cai na circulação sanguínea, indo fixar-se nas veias do fígado, desenvolvendo aí as formas adultas.

A profilaxia da esquistossomose envolve:

- a) eliminação dos caramujos por venenos ou peixes que dele se alimentam
- b) drenagem de lagoas contaminadas
- c) uso de fossas ou rede de esgoto

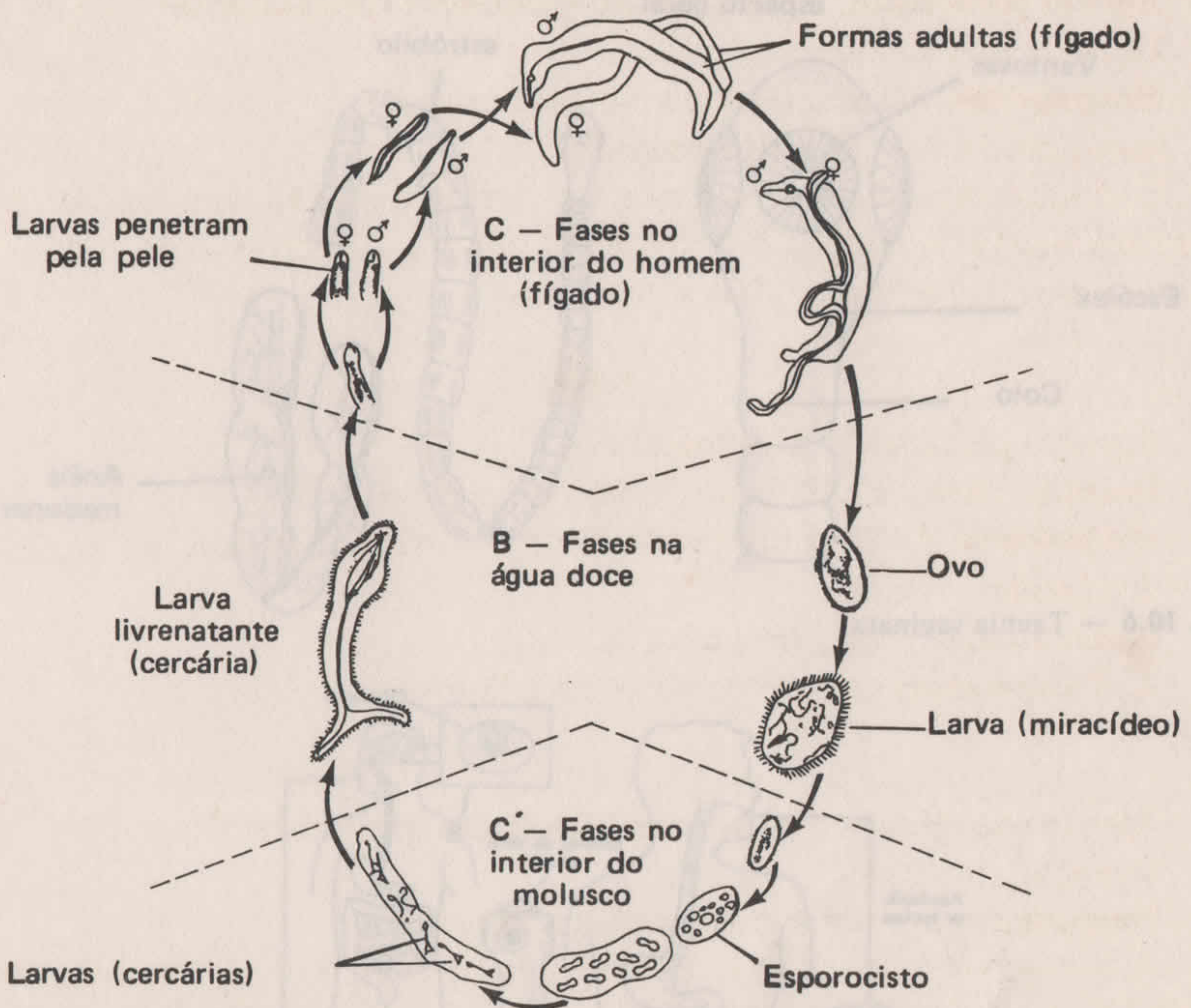


Fig. 10.5 — Ciclo do Schistosoma

Agente patogênico: *Taenia saginata* e *Taenia solium* (platelmintos)

Doença: solitária e/ou cisticercose

Hospedeiros: homem (teníase no intestino delgado; cisticercose nos músculos e cérebro)
boi (carne)
porco (carne)

A *Taenia saginata* é transmitida ao homem pelo gado bovino e a *Taenia solium*, pelo porco.

Teníase: ocorre quando o verme adulto habita o intestino delgado do homem, fixando-se na mucosa intestinal por intermédio do escólex, que se liga aos estróbilos imaturos, maduros e grávidos, em sequência.

Cisticercose: ocorre como resultado do desenvolvimento de formas larvárias da *Taenia solium*, principalmente no sistema nervoso.

A *Taenia* pode atingir vários metros de comprimento.

Os proglotes (estróbilos), depois de fecundados, tornam-se verdadeiros sacos repletos de ovos. Saindo com as fezes, estes podem ser ingeridos pelo

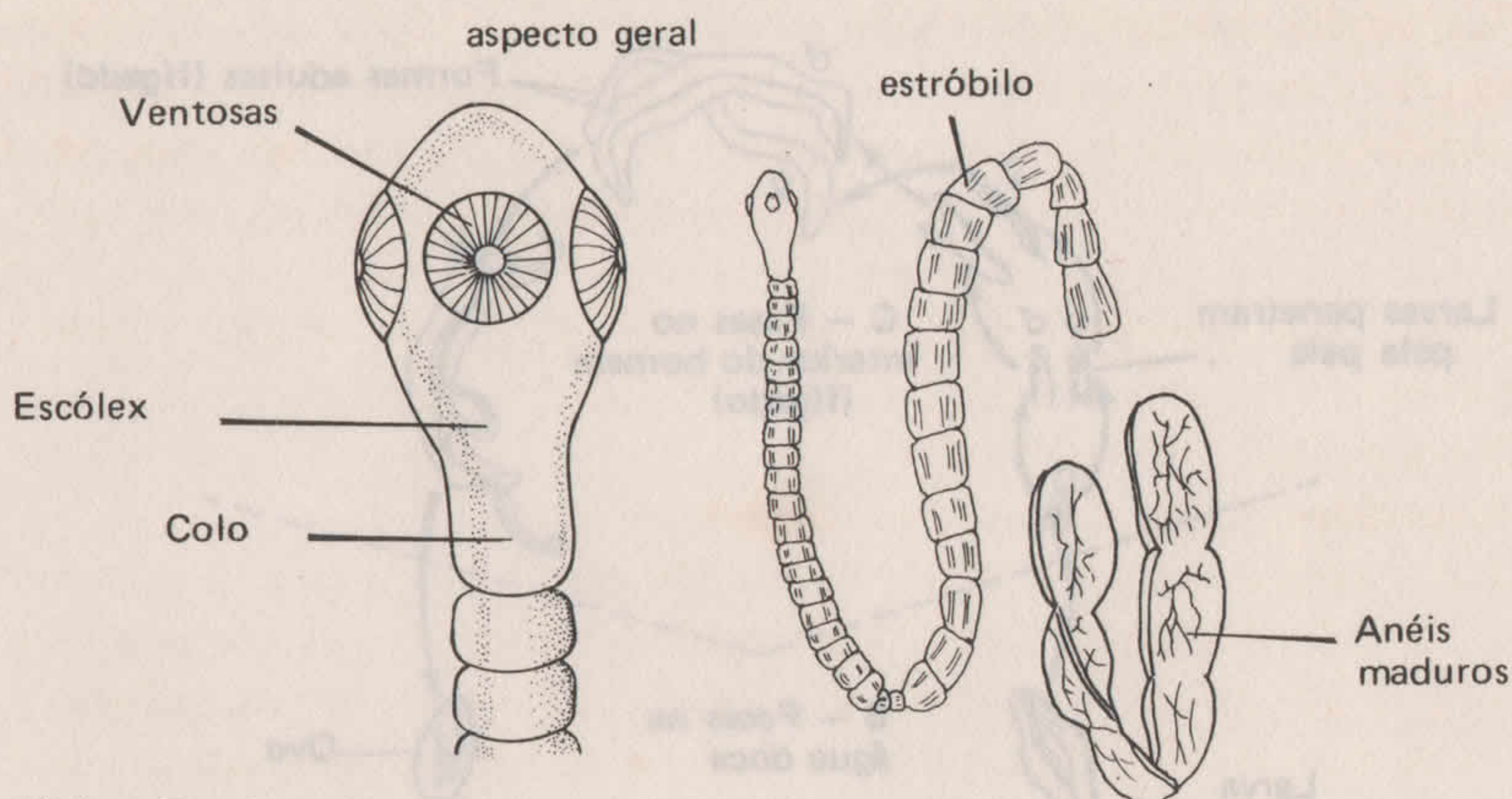


Fig. 10.6 — *Taenia saginata*.

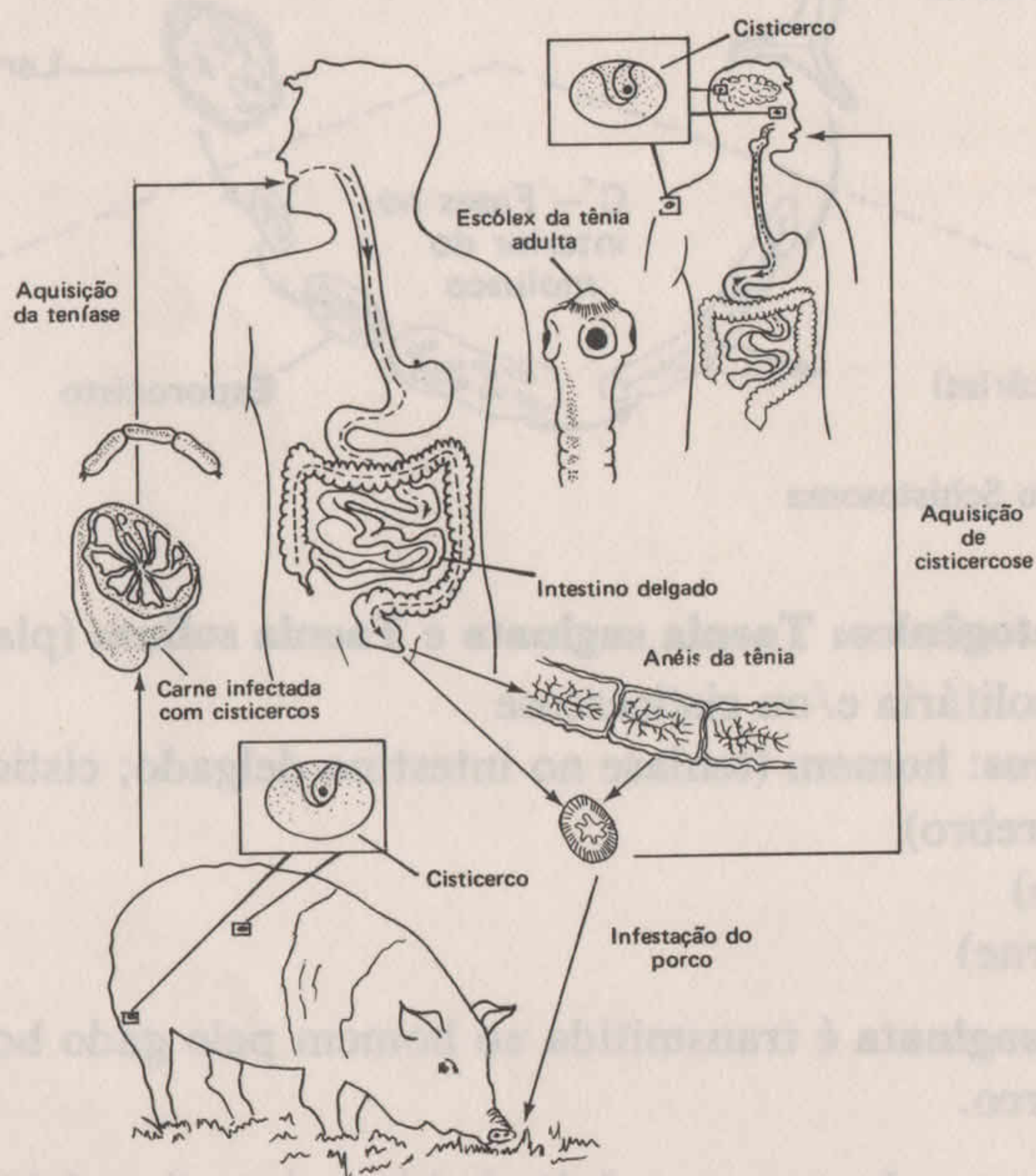


Fig. 10.7 — Cielo da tênia.

porco ou pelo boi, onde vão formar os cisticercos. A cisticercose ocorre no homem quando ingere ovos de **Taenia** ou quando algum proglote vai parar no seu estômago.

Agente patogênico: *Ascaris lumbricoides* (nematelminto) (lombriga)
Doença: ascaridíase

Hospedeiro: homem (intestino)

As crianças, principalmente, são freqüentemente infestadas pela lombriga. A contaminação dá-se por via oral, pela ingestão de ovos, e o ciclo se completa quando estes são eliminados das pessoas contaminadas com as fezes.

Agentes patogênicos: *Ancylostoma duodenalis* e *Necator americanus* (nematelmintos)

Doença: amarelão (opilação)

Hospedeiro: homem (intestino delgado)

Outra verminose com alta taxa de incidência no nosso meio é o amarelão. A contaminação dá-se pela pele, principalmente dos pés em contato com as larvas que se acham no solo. Estas são levadas pela corrente sanguínea até o intestino da pessoa infectada, onde se fixam e se tornam adultas. As fêmeas põem ovos em grande número, os quais saem com as fezes.

Além dos protozoários e vermes parasitas, muitos outros agentes patogênicos podem ser citados, a exemplo das bactérias que causam moléstias como a tuberculose, o tifo, a pneumonia, a meningite, a lepra etc., os vírus que causam a varíola, a poliomielite, o sarampo, a gripe etc., os fungos que causam as micoses.

AS PRINCIPAIS DOENÇAS DO BRASIL

DOENÇAS	NÚMERO DE DOENTES (estimativa otimista)	NÚMERO DE DOENTES (estimativa pessimista)
1. Verminoses	40.000.000	60.000.000
2. Micoses	30.000.000	40.000.000
3. Doenças Mentais	10.000.000	13.000.000
4. Blenorragia	9.000.000	12.000.000
5. Esquistossomose	8.000.000	12.000.000
6. Coqueluche	5.000.000	8.000.000
7. Sarampo	5.000.000	8.000.000
8. Varicela	5.000.000	8.000.000
9. Doença de Chagas	3.000.000	7.000.000
10. Malária	2.000.000	3.000.000
11. Tuberculose	700.000	1.500.000
12. Sífilis	650.000	1.200.000
13. Câncer	600.000	950.000
14. Hepatite	400.000	900.000
15. Difteria	300.000	750.000
16. Poliomielite	250.000	450.000
17. Tifo	250.000	400.000
18. Tétano	120.400.000	177.800.000

(População do Brasil: 107.100.000 habitantes)

V – DOENÇAS POR DEFICIÊNCIA DE VITAMINAS

Entende-se por alimento qualquer coisa que, ingerida ou produzida por um ser vivo, seja capaz de fornecer energia.

Os alimentos podem ser classificados em tróficos (ou plásticos), energéticos, mistos e reguladores.

Alimentos **tróficos** ou **plásticos** são os que fornecem material para reconstrução de tecidos: água e sais.

Alimentos **energéticos** são aqueles que fornecem energia: hidratos de carbono.

Alimentos **mistos** são os que fornecem, além de energia, elementos para a reconstrução de tecidos: proteínas e gorduras.

Alimentos **reguladores** são os que fornecem elementos para a normalidade da fisiologia: vitaminas.

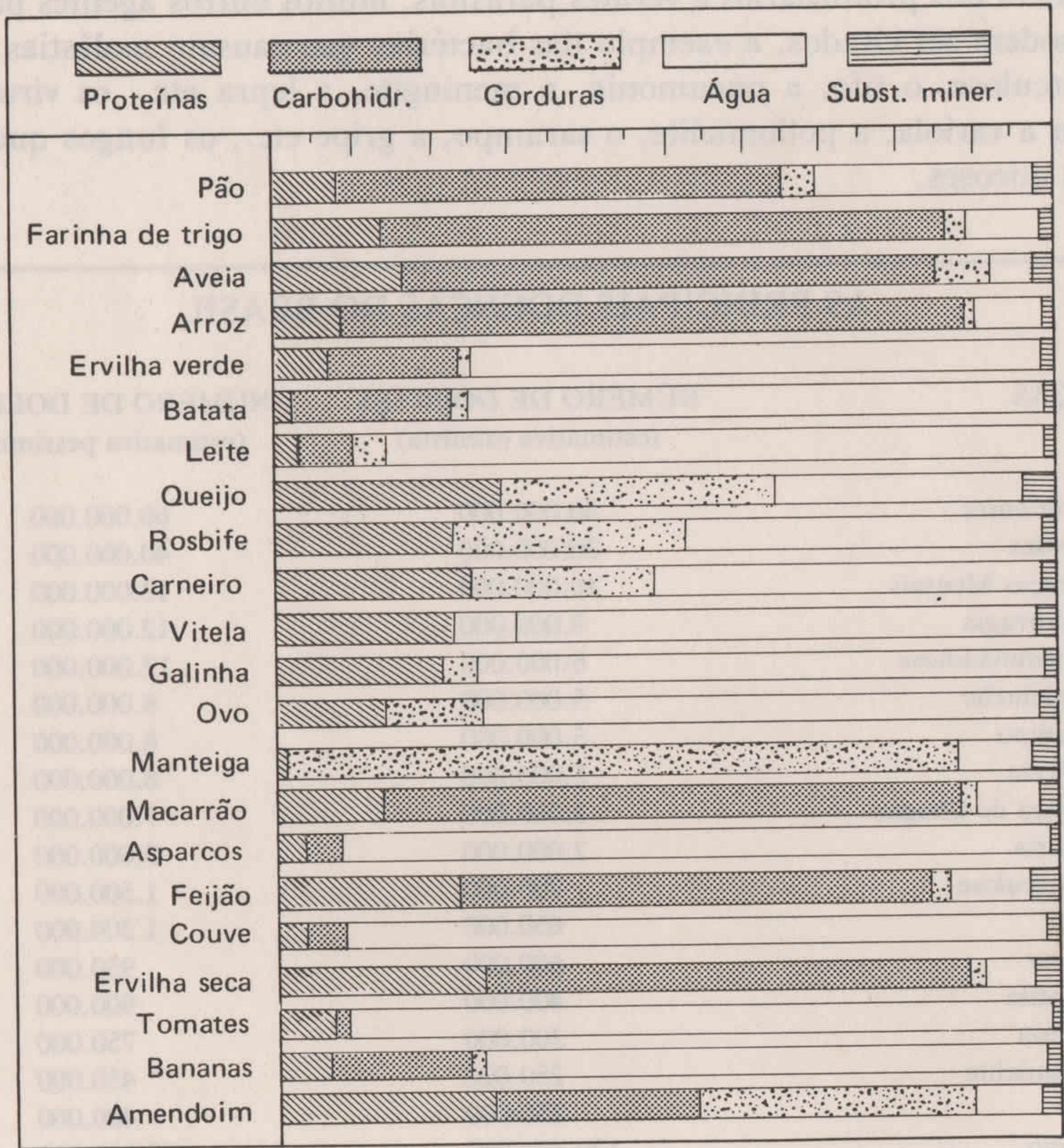


Fig. 10.8 — Gráfico que mostra a composição aproximada de alguns alimentos usuais.

Resumo dos principais dados relativos a algumas vitaminas

Nome	Funções principais	Quadrado carencial	Principais Fontes
Vitamina A anti-xeroftálmica	Mantém a integridade do tecido epitelial; é necessária para a regeneração da púrpura visual.	Xeroftalmia; queratomalácia; transformação do epitélio cilíndrico em escamoso; cegueira noturna.	Cenoura, alface, alfafa, milho amarelo, manteiga, creme, leite e gema de ovo.
Tiamina (B ₁) (aneurina) anti-neurítica	Indispensável para o metabolismo dos carboidratos, agindo como coenzima nos tecidos; mantém o tônus do trato gastro-intestinal; estimula o apetite.	Beriberi; polineurite em animais (principalmente aves); atonia gastro-intestinal; perda de apetite.	Levedura, germen do trigo e outros cereais.
Riboflavina (B ₂ vitamina G)	Componente essencial de certas enzimas tissulares	Vascularização da córnea com opacificação; fissuras peri-labiais; crescimento retardado; perda de pelo (em ratos)	Fígado, rins e leite.
Ácido nicotínico (Niadina)	Coenzima na respiração celular.	Pelagra.	Fígado, carne, levedura e germen do trigo.
Piridoxina Piridoxina (B ₄)	Coenzima no metabolismo da tirosina, triptofano e alguns outros aminoácidos.	Crescimento retardado (em ratos); anemia em porcos, cães e coelhos; não se conhecem os efeitos carenciais na nutrição humana.	Leite, germen de trigo, levedura, carne, rins e gordura vegetal.
Ácido pantotênico	Estimula o crescimento de leveduras.	"Anel ocular"; encanecimento de pêlos em ratos; anemia em cães; não foi constatada carência no homem.	Amplamente distribuída no reino vegetal e animal.
Biotina	Enzima relacionada com o metabolismo dos carboidratos.	"Anel peri-ocular" e sintomas nervosos espásticos no rato; não foi constatada no homem, a não ser experimental; obtém-se o quadro carencial alimentando-se com clara ovo cru.	Levedura, rins, fígado e gema de ovo.
Ácido para-aminobenzóico.	Indispensável para certos sistemas enzimáticos das células bacterianas.	Embranquecimento de pêlos de ratos pretos; ainda não foi constatado quadro carencial na espécie humana.	Diversos tecidos animais; cultura de certas bactérias, como por exemplo estafilococos.
Vitamina C anti-escurbútica	Manutenção da integridade das paredes dos capilares.	Escorbuto.	Frutas cítricas; tomates; nabos.
Vitamina D anti-raquítica	Regulação do metabolismo do cálcio e do fósforo; indispensável para o desenvolvimento normal dos dentes e dos ossos.	Raquitismo; osteomalácia e cáries dentárias.	Óleo de fígado de bacalhau e halibut; exposição da pele aos raios ultra-violeta.
Vitamina E anti-esterilidade	Essencial para a reprodução.	Aborto habitual; esterilidade, do homem; alterações degenerativas nos testículos; ausência de espermatogênese	Alface; agrião e germen do trigo.
Vitamina K anti-hemorrágica	Necessária para a formação de protrombina no fígado.	Tendência hemorrágica.	Alfafa e outros alimentos verdes.

Os sais minerais são normalmente encontrados na nossa alimentação em doses suficientes, com exceção do cálcio que é encontrado no leite, razão pela qual se recomenda um consumo médio de meio litro por dia. Além deste, existe outro que se acrescenta nos alimentos, o sal de cozinha (NaCl).

VI – POLUIÇÃO

O desequilíbrio físico-químico-biológico do ambiente é chamado poluição. A poluição é um estado que resulta essencialmente da atividade humana.

A poluição está caracterizada quando o ambiente recebe substâncias ou seres vivos em excesso ou quando dele são retiradas substâncias em demasia ou quando uma espécie é grandemente diminuída.

Quanto aos poluentes químicos, podemos dividi-los em dois grupos: os biodegradáveis (ex.: sabão em pedra) e os não-degradáveis (vidro, plástico, detergentes).

Os biodegradáveis são decompostos por processos naturais e, em geral, são menos perigosos. São deste tipo os esgotos domésticos e o lixo composto de restos de seres vivos.

Os não-degradáveis são compostos que o homem produziu, não existindo, anteriormente, na natureza. Em geral, provêm dos despejos de certas indústrias, uso de pesticidas, derivados do petróleo (graxa, óleos, plásticos) etc.

Exemplos de poluentes nocivos na água são os compostos de metais pesados, como o mercúrio e o chumbo (não degradáveis) que causam distúrbios no sistema nervoso; dejetos radioativos que causam mutações nos seres vivos; detergentes, etc. Quanto aos biodegradáveis, encontramos os compostos de fósforo e nitrogênio, usados nos adubos e fertilizantes.

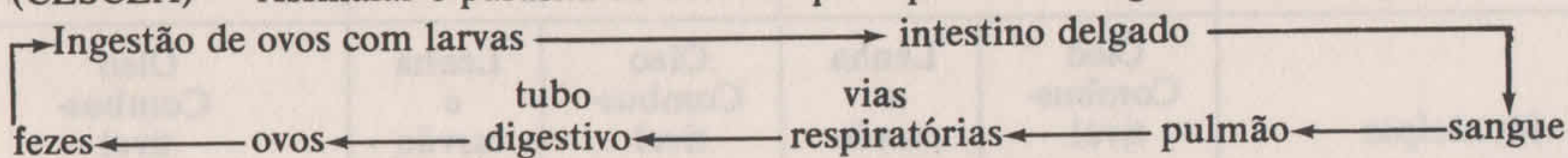
Poluentes de ar são principalmente: monóxido de carbono (CO), produzido pelos veículos automotores (afetam o sistema nervoso); o dióxido de nitrogênio (NO₂), também produzido por veículos automotores (afetam os pulmões e a garganta); o dióxido de enxofre (SO₂), produzido na queima dos combustíveis de elevado teor de enxofre (causa tosses); na atmosfera, transforma-se em SO₃ que, ao combinar-se com o vapor de água, forma o ácido sulfúrico, altamente corrosivo.

Um outro tipo de poluição está no uso dos pesticidas, como DDT, o BHC e outros à base de arsênico. Uma vez aplicado, o pesticida pode ser incorporado ao vegetal e, desta maneira, ser ingerido na alimentação. Se na região onde foram aplicados existe irrigação ou chove, estes venenos são levados para o solo ou aos rios e lagos, intoxicando ou matando os animais que deles usufruem ou vivem. Estes compostos não são biodegradáveis. O DDT pode ser classificado como o mais perigoso, porque é lipossolúvel e de efeito cumulativo, isto é, uma vez ingerido, não mais é eliminado, acumulando-se no sistema nervoso.

430. A seta A, na figura da questão anterior, indica:

- a) cisto
- b) indivíduo adulto
- c) miracídio
- d) ovo não fecundado

431. (CESCEA) — Assinalar o parasita do homem que representa o seguinte ciclo evolutivo:



- a) **Taenia**
- b) **Schistosoma**
- c) **Ancylostoma**
- d) **Ascaris**

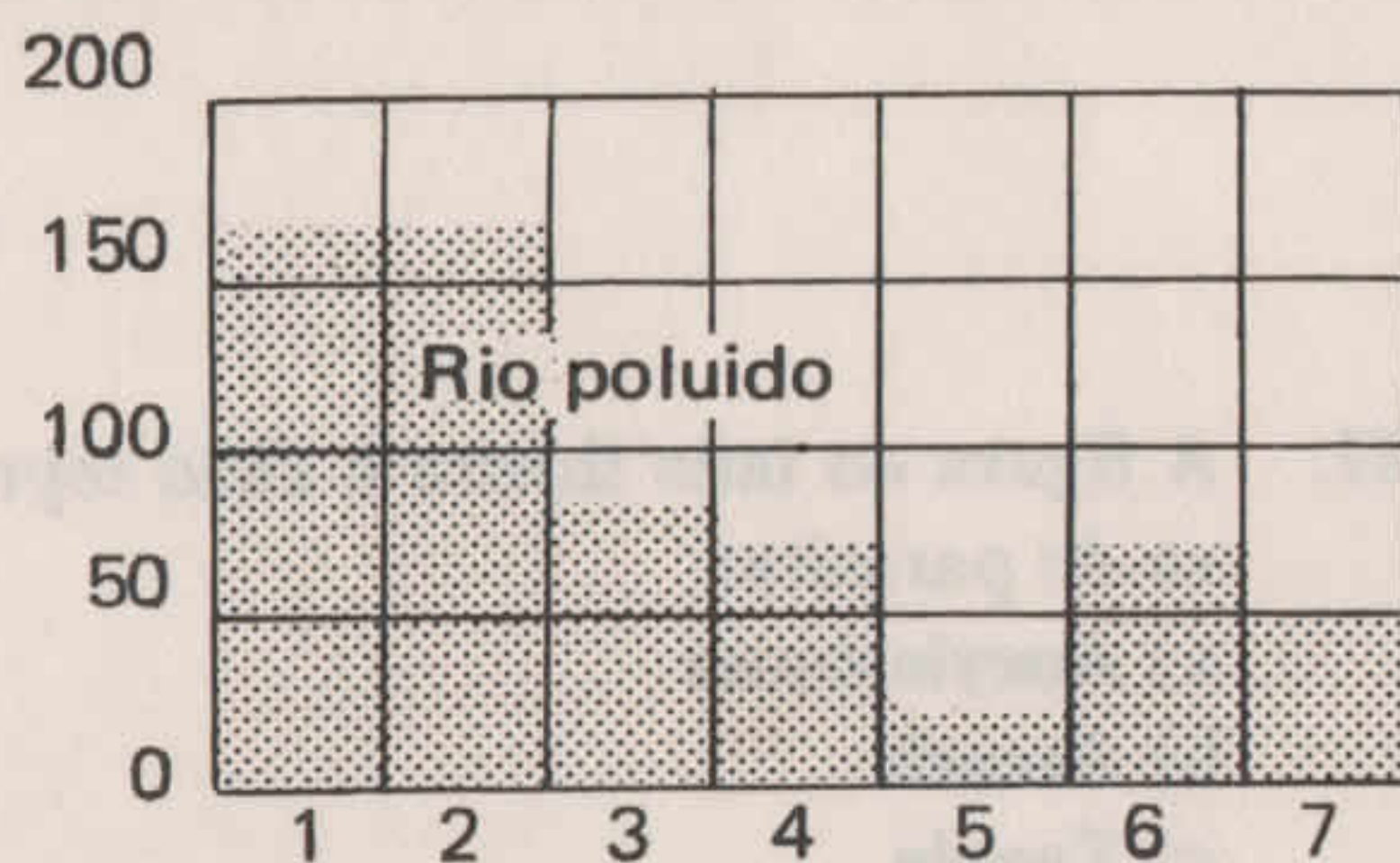
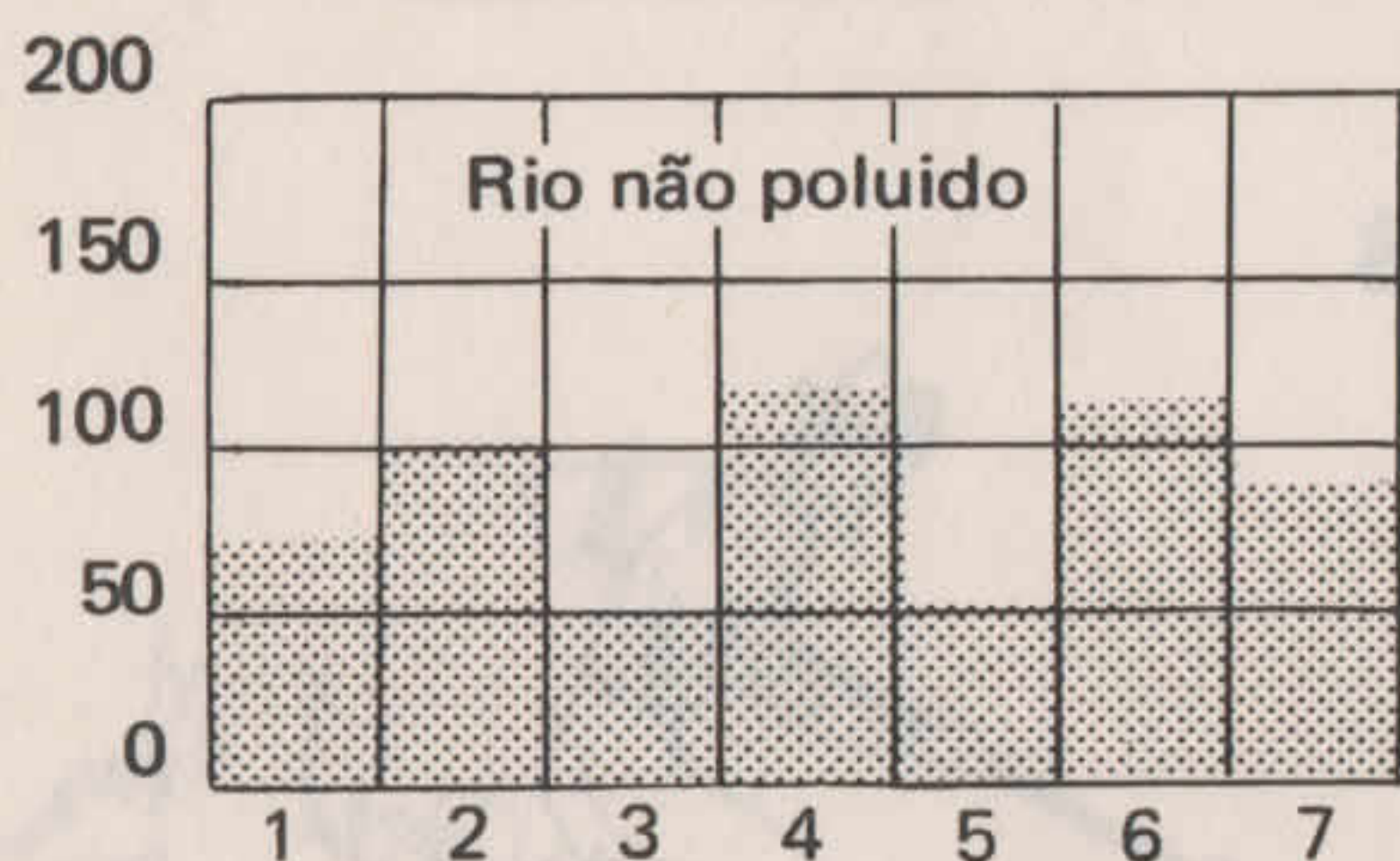
432. (CESCEM) — A poluição de um rio depende da proporção existente entre a quantidade de poluentes e a vazão do rio que a recebe. Considerando:

- I = vazão do rio
- II = quantidade de poluentes
- III = poluição

podemos afirmar que:

- a) se I e II aumentam, III diminui sensivelmente
- b) se I aumenta e II é constante, III tende a diminuir
- c) se I diminui e II é constante, III tende a diminuir
- d) se I e II forem constantes, III tende a aumentar

(CESCEM) — Os gráficos abaixo referem-se às populações de organismos de dois rios de uma bacia hidrográfica, poluída pela eliminação de resíduos das indústrias da região. Os números das abscissas representam as espécies estudadas. Nas ordenadas estão os números de indivíduos de cada espécie.



433. A análise desses dados mostra que:

- a) a poluição pode reduzir o número de algumas formas de vida e aumentar o de outras
- b) a poluição aumenta a competição entre as espécies sobreviventes que, por isso, passam a ter menor número de indivíduos
- c) o número de indivíduos de todas as populações reduz-se drasticamente qualquer que seja o grau de poluição
- d) todas as espécies têm o mesmo grau de tolerância à poluição

434. (CESCEM) — A malária é causada por um protozoário do gênero **Plasmodium**, que é transmitido ao homem pelas fêmeas dos mosquitos de gênero **Anopheles**, as quais depositam ovos no funil formado pelas folhas de Bromeliáceas onde a água se acumula. Do pon-

to de vista da manutenção do equilíbrio ecológico de uma região, qual seria a medida mais indicada?

- a) Erradicação dos insetos transmissores com DDT.
- b) Extermínio das Bromeliáceas.
- c) Uso de (a) e (b).
- d) Eliminação das aves que se alimentam dos insetos transmissores.

435. (CESCEM) — O hospedeiro intermediário do **Schistosoma** é um:

- a) percevejo (hemíptero)
- b) pernilongo (díptero)
- c) carrapato (ácaro)
- d) caramujo (gastrópode)

436. (CESCEM) — Como medidas preventivas contra a infestação pelos parasitos **Schistosoma mansoni** e **Taenia saginata**, deve-se evitar, respectivamente:

- a) comer carne bovina mal cozida; nadar em reservatórios de água doce desconhecidos
- b) andar descalço; nadar em reservatórios de água doce desconhecidos
- c) nadar em reservatórios de água doce desconhecidos; comer verduras mal lavadas
- d) nadar em reservatórios de água doce desconhecidos; comer carne bovina mal cozida

437. (CESCEM) — O barbeiro, agente transmissor da molécula de Chagas (Tripanosomíase), é um:

- a) mosquito
- b) percevejo
- c) besouro
- d) carrapato

438. Assinale a alternativa que contiver as doenças endêmicas causadas exclusivamente por metazoários:

- a) amarelão, teníase (solitária) e ascaridiose (lombriga)
- b) bócio (papo), sarampo e meningite
- c) esquistossomose, varíola e febre amarela
- d) difteria, coqueluche e doença de Chagas

RESPOSTAS

Capítulo 1

- 1 — c
- 2 — d
- 3 — b
- 4 — b
- 5 — b
- 6 — a
- 7 — a
- 8 — a
- 9 — b
- 10 — d

- 30 — c
- 31 — d
- 32 — c
- 33 — d
- 34 — a
- 35 — b
- 36 — d
- 37 — c
- 38 — b
- 39 — b
- 40 — b
- 41 — a
- 42 — a
- 43 — c
- 44 — c
- 45 — d
- 46 — b
- 47 — c
- 48 — b
- 49 — b
- 50 — c
- 51 — a
- 52 — b
- 53 — a
- 54 — b
- 55 — b
- 56 — c
- 57 — a
- 58 — b
- 59 — c
- 60 — d
- 61 — a
- 62 — a
- 63 — a
- 64 — c

- 65 — b
- 66 — a
- 67 — b
- 68 — b
- 69 — d
- 70 — a
- 71 — b
- 72 — b
- 73 — b
- 74 — d
- 75 — b
- 76 — d
- 77 — b
- 78 — b
- 79 — d
- 80 — c
- 81 — a
- 82 — b
- 83 — a
- 84 — b
- 85 — d
- 86 — a
- 87 — d
- 88 — b
- 89 — a
- 90 — c
- 91 — a
- 92 — a
- 93 — b
- 94 — b
- 95 — d
- 96 — a
- 97 — b
- 98 — d
- 99 — d

- 100 — c
- 101 — c
- 102 — d
- 103 — a
- 104 — d
- 105 — a
- 106 — d
- 107 — b
- 108 — a
- 109 — b
- 110 — c
- 111 — c
- 112 — c
- 113 — a
- 114 — c
- 115 — c

Capítulo 2

- 11 — b
- 12 — c
- 13 — a
- 14 — b
- 15 — b
- 16 — c
- 17 — a
- 18 — c
- 19 — c
- 20 — c
- 21 — a
- 22 — c
- 23 — b
- 24 — a
- 25 — b
- 26 — d
- 27 — a
- 28 — b
- 29 — c

Capítulo 3

- 116 — a
- 117 — c
- 118 — b
- 119 — a
- 120 — c
- 121 — d
- 122 — c
- 123 — a
- 124 — d
- 125 — a
- 126 — c
- 127 — b
- 128 — b
- 129 — d

130 — c
131 — a
132 — b
133 — c
134 — b
135 — a
136 — c
137 — b
138 — a
139 — c
140 — b
141 — d
142 — d
143 — b
144 — a
145 — b
146 — d
147 — b
148 — b
149 — d
150 — c
151 — a
152 — a
153 — c
154 — a
155 — d
156 — c

Capítulo 4

157 — c
158 — b
159 — d
160 — b
161 — b
162 — b
163 — c
164 — a
165 — b
166 — b
167 — a
168 — d
169 — b
170 — c
171 — b
172 — b
173 — a
174 — c
175 — b
176 — c

177 — b
178 — a
179 — d
180 — a
181 — c
182 — c
183 — b
184 — d
185 — c
186 — b
187 — a
188 — d
189 — b
190 — d
191 — d
192 — c
193 — c
194 — b
195 — c
196 — a
197 — a
198 — b
199 — b
200 — b
201 — b
202 — b
203 — b
204 — c
205 — d
206 — b
207 — a
208 — c
209 — a
210 — a
211 — b
212 — b
213 — a
214 — c
215 — a
216 — b
217 — b
218 — d
219 — c

Capítulo 5

220 — c
221 — a
222 — c
223 — a

224 — b
225 — d
226 — c
227 — a
228 — c
229 — c
230 — d
231 — b
232 — b
233 — c
234 — c
235 — c
236 — a
237 — b
238 — c
239 — d
240 — d
241 — b

Capítulo 6

242 — a
243 — b
244 — a
245 — c
246 — b
247 — b
248 — c
249 — a
250 — b
251 — c

Capítulo 7

252 — b
253 — a
254 — b
255 — c
256 — a
257 — d
258 — c
259 — b
260 — 3-4-2-1
261 — b
262 — b
263 — b
264 — b
265 — c

266 — b
267 — a
268 — d
269 — a
270 — d
271 — b
272 — b
273 — a
274 — d
275 — d
276 — b
277 — a
278 — c
279 — c
280 — c
281 — b
282 — b
283 — b
284 — d
285 — b
286 — b
287 — b
288 — c
289 — a
290 — b
291 — d
292 — d
293 — a
294 — b
295 — c
296 — a
297 — c
298 — a
299 — a
300 — b
301 — b
302 — d
303 — b
304 — c
305 — b
306 — a
307 — b
308 — c
309 — c
310 — a
311 — c
312 — c
313 — b
314 — b
315 — c
316 — d

317 — d
318 — c
319 — d
320 — c
321 — d
322 — 2-1-3-4
323 — d
324 — b
325 — a
326 — b
327 — b
328 — a
329 — c
330 — a
331 — b
332 — a
333 — b
334 — b
335 — b
336 — b
337 — b
338 — b
339 — d
340 — a
341 — d
342 — c
343 — a
344 — b
345 — c
346 — c
347 — c
348 — d
349 — b
350 — d

351 — a
352 — c
353 — c
354 — c
355 — b
356 — a
357 — b

Capítulo 8

358 — d
359 — d
360 — c
361 — c
362 — b
363 — c
364 — b
365 — d
366 — d
367 — d
368 — d
369 — b
370 — d
371 — d
372 — d
373 — b
374 — c
375 — a
376 — c
377 — d
378 — c
379 — b
380 — b

381 — d
382 — a
383 — a
384 — c
385 — c
386 — c
387 — b

Capítulo 9

388 — d
389 — c
390 — d
391 — a
392 — c
393 — b
394 — d
395 — c
396 — b-c-d-a
397 — d
398 — b
399 — d
400 — a
401 — b
402 — d
403 — d
404 — b
405 — a
406 — a
407 — c
408 — a
409 — c

410 — d
411 — c
412 — c
413 — a
414 — b
415 — d
416 — b
417 — a
418 — c
419 — c
420 — b
421 — d
422 — d
423 — a
424 — c
425 — b
426 — b
427 — a
428 — a

Capítulo 10

429 — d
430 — c
431 — d
432 — b
433 — a
434 — a
435 — d
436 — d
437 — b
438 — a

00188

Fotolito
nelson
manduca *Lima*

Rua Arciprestes Ezequias, 327 — Fone 273-0367 — São Paulo, SP



Impressão
Acabamento

Rua Cadete, 209 - São Paulo
Tels.: 67-7905 — 67-3585

composição, ilustrações e artes:
am produções gráficas ltda.
rua castro alves, 135
fones: 279-5024 e 278-0085
são paulo - sp - brasil

